

***Análisis comparativo de
la técnica Greb y la
implementación del Pozo
Canadiense, como
alternativas a sistemas
constructivos y de
climatización
convencional.***



Realizado en Murcia, Enero 2013.

Coordinación de la edición:
Patricia Reus.

Autor:
Jesús Cano Molina.

Email:
Jesuskanoymolina@hotmail.com

Telf.:
695983056.

Trabajo realizado para la evaluación del; PFC (Proyecto fin de carrera) de Arquitectura Técnica, en la Universidad Politécnica de Cartagena.

Por otra parte, esta publicación es la base de la ponencia; “Arquitectura-y-Paja” que tiene el honor de formar parte en el primer encuentro GREB en Lérida, Septiembre 2013.

PRESENTACIÓN

Las ciudades son las principales responsables del amplio consumo de recursos energéticos y su posterior emisión de CO₂ a la atmosfera.




Con la inminente entrada en vigor del Real Decreto, para la obligación de certificaciones energéticas en aquellas viviendas que se alquilen o vendan, según el ministerio de industria y que contará con un periodo de adaptación de dos meses, con lo que será muy pronto, cuando el gobierno exija este certificado para todas las viviendas, sólo quedan excluidos los edificios y monumentos protegidos, los utilizados como lugares de culto o los edificios de viviendas que sean objeto de un contrato de arrendamiento por tiempo inferior a cuatro meses al año, entre otros.

Esta medida no es novedosa en España, si no que ya se intentaron otras como solución para reducir las emisiones de las viviendas en el año; 2008-2012 “Protocolo de Kyoto”, y actualmente en el Plan de acción; 2012-2020 “Pacto de los alcaldes” en el que deberemos conseguir la disminución de hasta un 20% de CO₂.

En este estudio, uno de los objetivos debe ser identificar las características que se encarguen de realizar una vivienda con un bajo impacto ambiental, favorable desde el punto de vista económico y acercándose cada vez más a las exigencias impuestas para la reducción de las emisiones de gases invernaderos.

Espero que este documento impreso sirva como aporte, para concienciar a aquellas personas dentro del ámbito de la construcción, que desconozcan de esta medida y nos permita avanzar en la arquitectura, como alternativa de una solución en una economía baja en carbono.

-Índice de capítulos:

	Introcción al proyecto.	Pág. 8
---	--------------------------------------	--------

INTRODUCCIÓN:

❖	Protocolo de actuación:	Pág. 10
➤	Pacto de los alcaldes (4 de mayo de 2010):	Pág. 14
➡	Objetivo principal.	Pág. 14
❖	Historia:	Pág. 15
➤	Documento histórico.	Pág. 15
❖	La técnica Greb.	Pág. 26
❖	Justificaciones técnicas.	Pág. 28
➤	Aspectos técnicos en construcción con balas de paja:	Pág. 28
1.	Aspectos estructurales.	Pág. 28
2.	Resistencia al fuego y comportamiento térmico.	Pág. 29
3.	Protección ante la humedad.	Pág. 30
4.	Aislamiento acústico.	Pág. 31
❖	Ventajas e inconvenientes de la técnica Greb:	Pág. 32
➤	Ventajas.	Pág. 32
➤	Inconvenientes.	Pág. 33
❖	¿Por qué es interesante este tipo de construcción?:.....	Pág. 33
➡	Premisas de esta técnica.	Pág. 34

EJECUCIÓN Y TÉCNICA CONSTRUCTIVA:

❖	Herramientas y materiales necesarios.	Pág. 36
➤	Herramientas indispensables.	Pág. 36
➤	Material necesario.	Pág. 38
❖	Ejecución:	Pág. 39
➤	Fabricar la estructura:	Pág. 39
1.	Cimientos/Solado.	Pág. 39
2.	Estructura:	Pág. 40
2.1	Comienzo.	Pág. 41
2.2	Cierre del primer nivel.	Pág. 42
2.3	Colocación de las vigas y el balcón.	Pág. 45

2.4 Inicio del primer piso.	Pág. 47
2.5 Cerramiento del primer piso.	Pág. 49
2.6 Muro piñón y pilar de la cubierta (Pendolón).	Pág. 50
2.7 Colocación de los cabios.	Pág. 55
2.8 Lámina antihumedad y riostras.	Pág. 58
3. Circuito eléctrico.	Pág. 59
➤ Colocar la paja y verter el mortero:	Pág. 60
1. Los materiales.	Pág. 60
2. Vertido del mortero:	Pág. 64
2.1 Inicio del vertido.	Pág. 64
2.2 Vertido en zona de puertas y ventanas.....	Pág. 69
2.3 Fin de vertido por las paredes.	Pág. 70
2.4 Vertido del muro piñón.	Pág. 72
2.5 Relleno de las coqueras.	Pág. 74
2.6 Facilidades para el vertido.	Pág. 75
➤ Ejecución de cubierta y revestimientos:	Pág. 76
1. Cubierta.	Pág. 76
2. Marcos.	Pág. 77
3. Enlucido interior y exterior con cal.....	Pág. 79
4. Acabados y variantes.	Pág. 83
❖ CONCLUSIÓN.	Pág. 85
❖ APORTACIONES NECESARIAS PARA MEJORA DEL CONJUNTO.	
.....	Pág. 87

ESTUDIO DE LA ACTIVIDAD AISLANTE Y CONFORT AMBIENTAL:

❖ Estudio de la actividad aislante de la paja:	Pág. 87
➤ Demostración de la resistencia térmica.	Pág. 88
❖ Energía térmica para climatización:	Pág. 89
➤ Coeficiente de pérdidas UA:	Pág. 89
1. Pérdidas por cerramientos.	Pág. 89
2. Pérdidas por ventilación.	Pág. 90
3. Pérdidas por filtración.	Pág. 91
4. Coeficiente global de pérdidas UA.	Pág. 92
5. Gráfico de representación de pérdidas.	Pág. 92
➤ Aporte térmico del Pozo Canadiense:	Pág. 93
1. Concepto.	Pág. 93

2. Dimensionado de la instalación.	Pág. 95
3. Tubería y ventilación.	Pág. 96
4. Flujo térmico.	Pág. 96
5. Ganancia térmica.	Pág. 97
6. Gráfico de reducción de temperatura.	Pág. 99

ESTUDIO COMPARATIVO PRESUPUESTARIO DE UNA VIVIENDA GREB CON RESPECTO A UNA CONVENCIONAL:

❖ Descripción de la vivienda unifamiliar aislada convencional:	
.....	Pág.101
➤ Memoria descriptiva.	Pág. 101
➤ Descripción geométrica del edificio.	Pág. 101
➤ Cuadro de superficies.	Pág. 102
➤ Documentación gráfica.	Pág. 103
❖ Presupuesto y medición de una vivienda unifamiliar aislada convencional:	Pág. 118
➤ CAPITULO 1: Acondicionamiento del terreno.	Pág. 118
➤ CAPITULO 2: Cimentación.	Pág. 120
➤ CAPITULO 3: Estructuras.	Pág. 122
➤ CAPITULO 4: Albañilería.	Pág. 123
➤ CAPITULO 5: Carpintería, cerrajería, vidrios y ayudas. ...	Pág. 125
➤ CAPITULO 6: Instalaciones.	Pág. 129
➤ CAPITULO 7: Aislamientos e impermeabilizaciones... ..	Pág. 134
➤ CAPITULO 8: Cubiertas.	Pág. 135
➤ CAPITULO 9: Revestimientos, suelos, pavimentos y falsos techos.	Pág. 136
➤ CAPITULO 10: Señalización y equipamiento.	Pág. 142
➤ CAPITULO 11: Gestión y transporte de residuos.	Pág. 144
➤ CAPITULO 12: Control de calidad y ensayos.	Pág. 145
➤ CAPITULO 13: Seguridad y salud.	Pág. 146
➤ Resumen del presupuesto.	Pág. 147
➤ Gráfico porcentual presupuestario.	Pág. 148
❖ Descripción de la vivienda unifamiliar aislada tipo Greb:	Pág. 149
➤ Memoria descriptiva.	Pág. 149
➤ Descripción geométrica del edificio.	Pág. 149

➤ Cuadro de superficies.	Pág. 150
➤ Documentación gráfica.	Pág. 151
❖ Presupuesto y medición de una vivienda unifamiliar aislada tipo Greb:	Pág. 152
➤ CAPITULO 1: Acondicionamiento del terreno.	Pág. 152
➤ CAPITULO 2: Cimentación.	Pág. 154
➤ CAPITULO 3: Estructuras.	Pág. 156
➤ CAPITULO 4: Albañilería.	Pág. 157
➤ CAPITULO 5: Carpintería, cerrajería, vidrios y ayudas.	Pág. 161
➤ CAPITULO 6: Instalaciones.	Pág. 165
➤ CAPITULO 7: Aislamientos e impermeabilizaciones.	Pág. 170
➤ CAPITULO 8: Cubiertas.	Pág. 171
➤ CAPITULO 9: Revestimientos, suelos, pavimentos y falsos techos.	Pág. 174
➤ CAPITULO 10: Señalización y equipamiento.	Pág. 180
➤ CAPITULO 11: Gestión y transporte de residuos.	Pág. 182
➤ CAPITULO 12: Control de calidad y ensayos.	Pág. 183
➤ CAPITULO 13: Seguridad y salud.	Pág. 184
➤ Resumen del presupuesto.	Pág. 185
➤ Gráfico porcentual presupuestario.	Pág. 186
➤ Gráfico de comparación presupuestario entre ambas viviendas:.....	Pág. 187
➤ Análisis de la inversión vivienda Greb.	Pág. 188
❖ Descripción de la vivienda unifamiliar aislada tipo Greb, empleando el método de la autoconstrucción.	Pág. 189

VIABILIDAD DEL POZO CANADIENSE:

❖ Análisis del coste del ciclo de vida del pozo Canadiense:	Pág. 192
➤ Descripción de la instalación.	Pág. 192
➤ Presupuesto de la inversión inicial.	Pág. 196
➤ Gastos de mantenimiento:	Pág. 197
1. Gastos a final de la vida útil.	Pág. 199
❖ Simulación energética:	Pág. 200
➤ Vivienda convencional sin intercambiador.	Pág. 200
➤ Vivienda convencional con intercambiador	Pág. 201
➤ Resumen de consumos.	Pág. 202


❖ Valoración económica:	Pág. 202
➤ Estudio económico del consumo eléctrico en la vivienda convencional.	Pág. 205
➤ Estudio económico del consumo eléctrico en la vivienda tipo Greb.	Pág. 205
➤ Amortización (VAN).	Pág. 207
❖ Presupuesto de ejecución material.	Pág. 213

CERTIFICACIÓN ENERGÉTICA:

❖ Análisis vivienda convencional:	Pág. 218
➤ Certificado energético.	Pág. 218
❖ Análisis vivienda Greb:	Pág. 219
➤ Cumplimiento con el CTE.	Pág. 219
➤ Certificado energético.	Pág. 220
➤ Documentación gráfica.	Pág. 221
➤ Estudio de reducción de CO2.	Pág. 222

CONCLUSIÓN:

❖ Valoración del ejercicio estudiado:	Pág. 224
➤ Demostraciones a posteriori:	Pág. 225
❖ Conclusión.	Pág. 226
❖ Enlaces de interés.	Pág. 227
❖ Referencias.	Pág. 228
❖ Bibliografía.	Pág. 229

 Agradecimientos.	Pág. 231
---	----------

Introducción al proyecto:

Bajo el criterio de edificación actual, regido por el plan de acción: "Pacto de los alcaldes" en la reducción de un 20% de CO2 con respecto a las edificaciones actuales y fomentar la energía sostenible, daré a conocer un sistema constructivo utilizado en Francia, Canadá y actualmente en España, dado que garantiza una sostenibilidad:

- Económica.
- Estructural.
- Aislante "Pozo Canadiense".

El siguiente estudio consta de siete partes:

1. INTRODUCCIÓN.
2. EJECUCIÓN Y TÉCNICA CONSTRUCTIVA GREB.
3. ESTUDIO DE LA ACTIVIDAD AISLANTE Y CONFORT AMBIENTAL.
4. ESTUDIO COMPARATIVO PRESUPUESTARIO DE UNA VIVIENDA GREB CON RESPECTO A UNA CONVENCIONAL.
5. VIABILIDAD DEL POZO CANADIENSE.
6. CERTIFICACIÓN ENERGÉTICA.
7. CONCLUSIÓN.



Introducción:

❖ Protocolo de actuación:

Desde hace varios años la motivación por la mejora en la utilización de recursos energéticos y la disminución de la emisión de gases de efecto invernadero (GEI) ha ido creando una mayor expectativa.

Esta preocupación no es algo que pertenezca al presente, sino que comenzó en los años 70-80 y obtuvo un punto máximo en el año 1997 en el que esta preocupación tuvo como consecuencia el PROTOCOLO DE KYOTO.

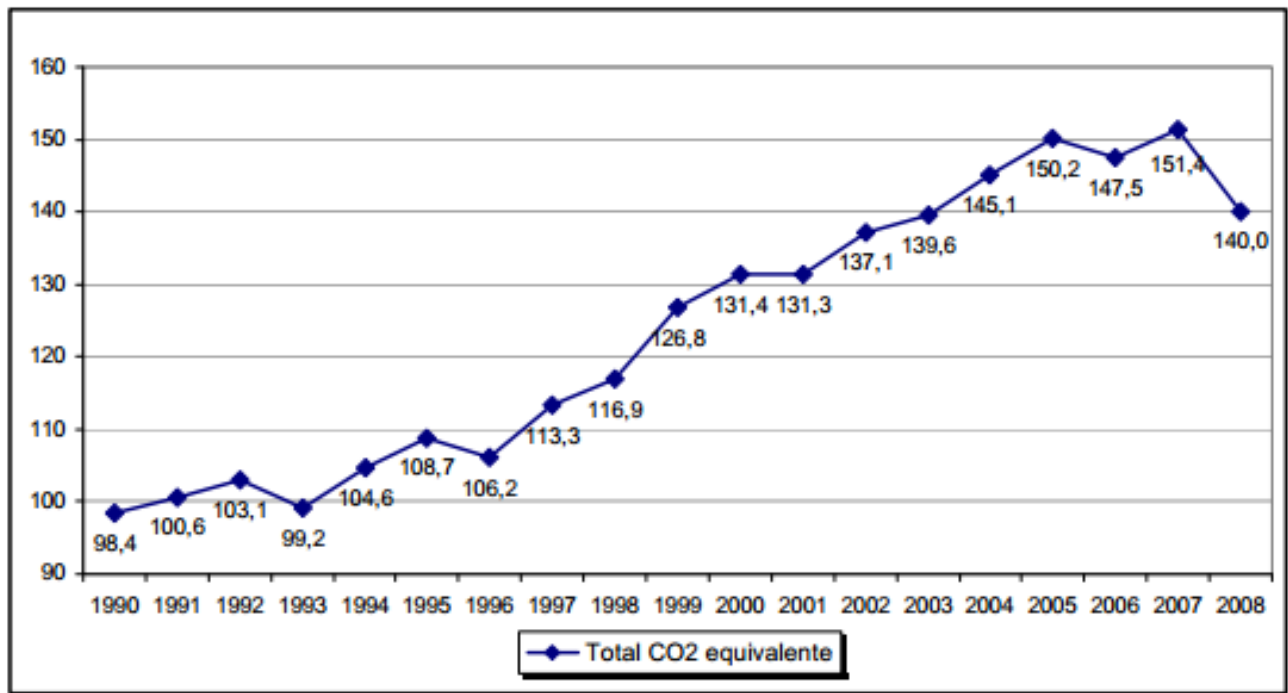
En ese protocolo los países de la comunidad europea (UE) se comprometieron en cumplir una serie de medidas para alcanzar unos objetivos en la disminución de la emisión de gases de efecto invernadero (GEI).

Uno de los cuales era alcanzar en el 2010 una mejora en el ahorro de energía y el aumento de la eficiencia energética en todos los sectores. Además de conseguir un descenso en la generación de electricidad por centrales térmicas.

Desde la entrada en vigor del Protocolo de Kyoto, algunos países industrializados tomaron una serie de medidas para la reducción de GEI para 2008-2012.

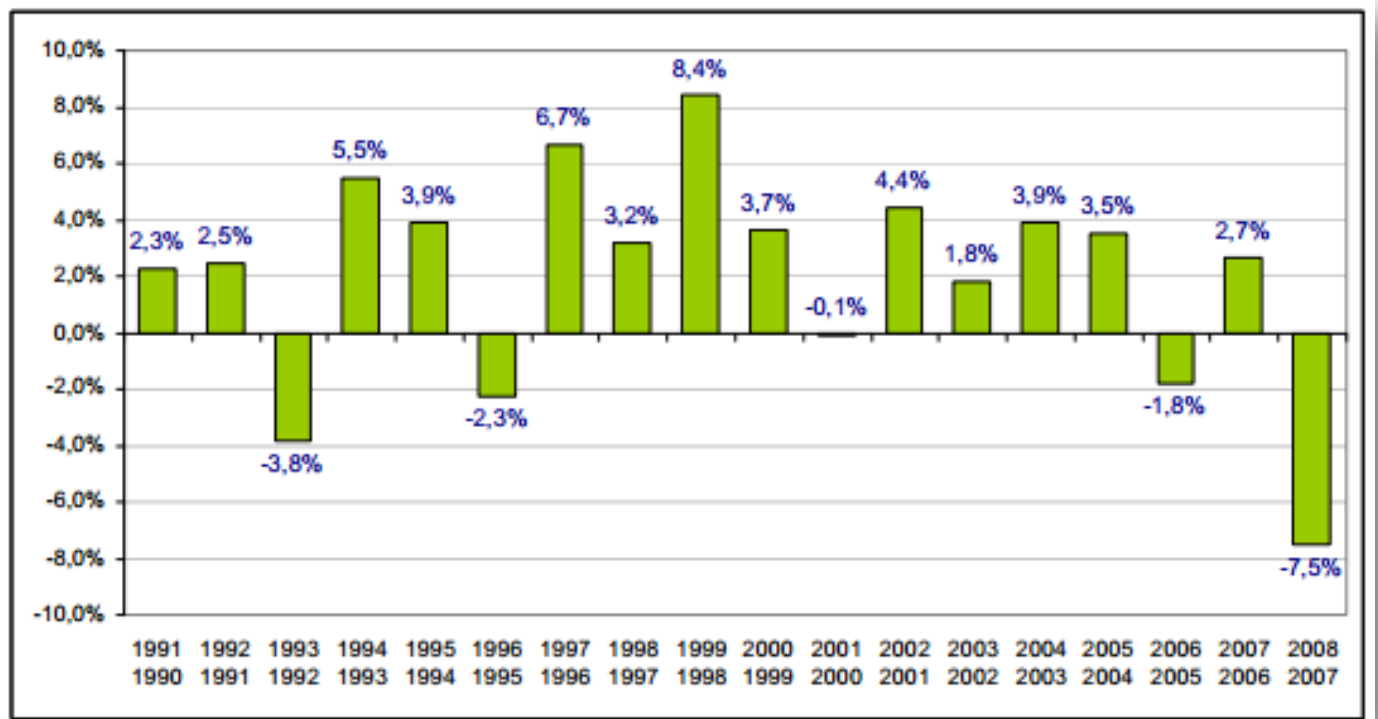
España en este tratado se comprometió a que no aumentaría sus emisiones de GEI en más de un 15% en relación al año base 1990.

Evolución de las emisiones de CO2



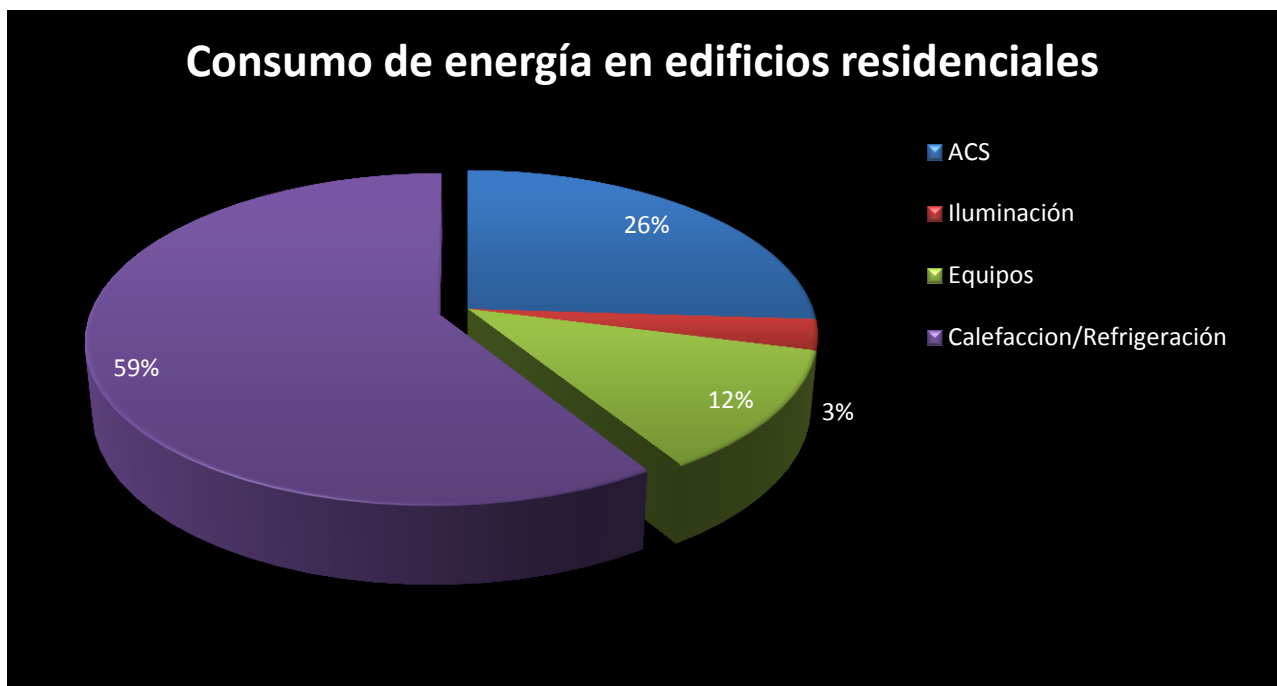
(Fuente: Inventario español de gases invernadero)

Variación interanual (porcentaje)



(Fuente: Inventario español de gases invernadero)

Dentro del sector residencial y de servicios supone casi un 60% del total de la energía consumida en cuando calefacción y refrigeración se refiere.

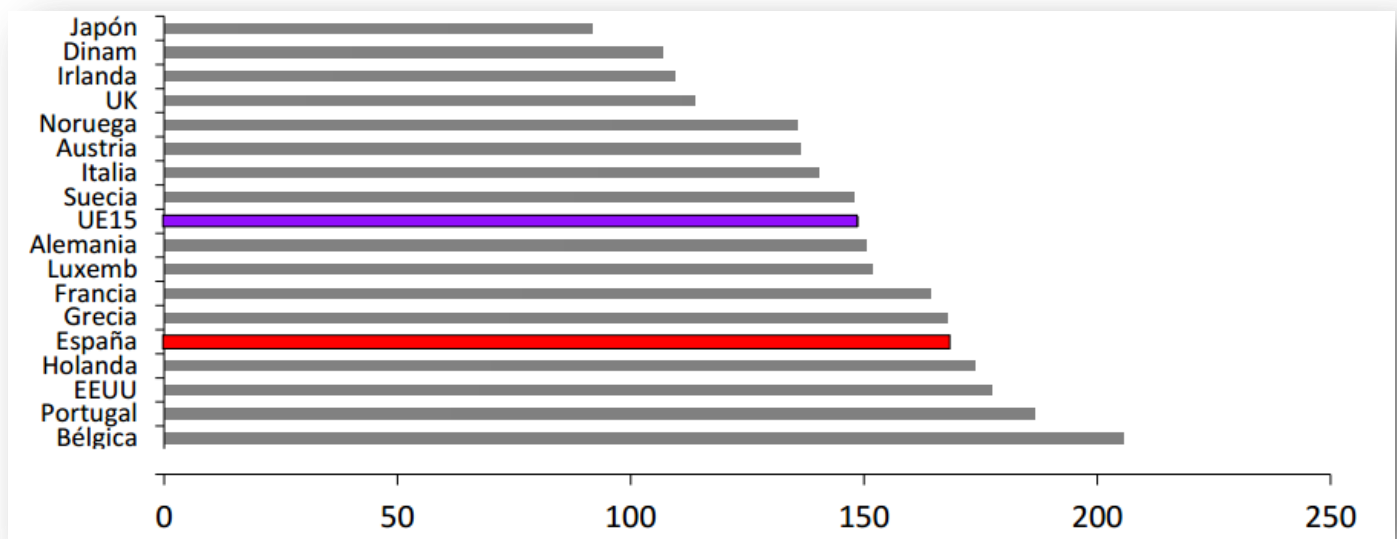


(Fuente: www.IDAE.es)

El aumento de las viviendas en los últimos años ha dado lugar a construcciones sin criterio de eficiencia energética ni de protección térmica. Por tanto la gran mayoría de viviendas actualmente en España son potentes consumidores de energía.

España tiene un consumo de hasta un 15% superior a la media, en dependencias petrolíferas.

Consumo energético por unidad de PIB

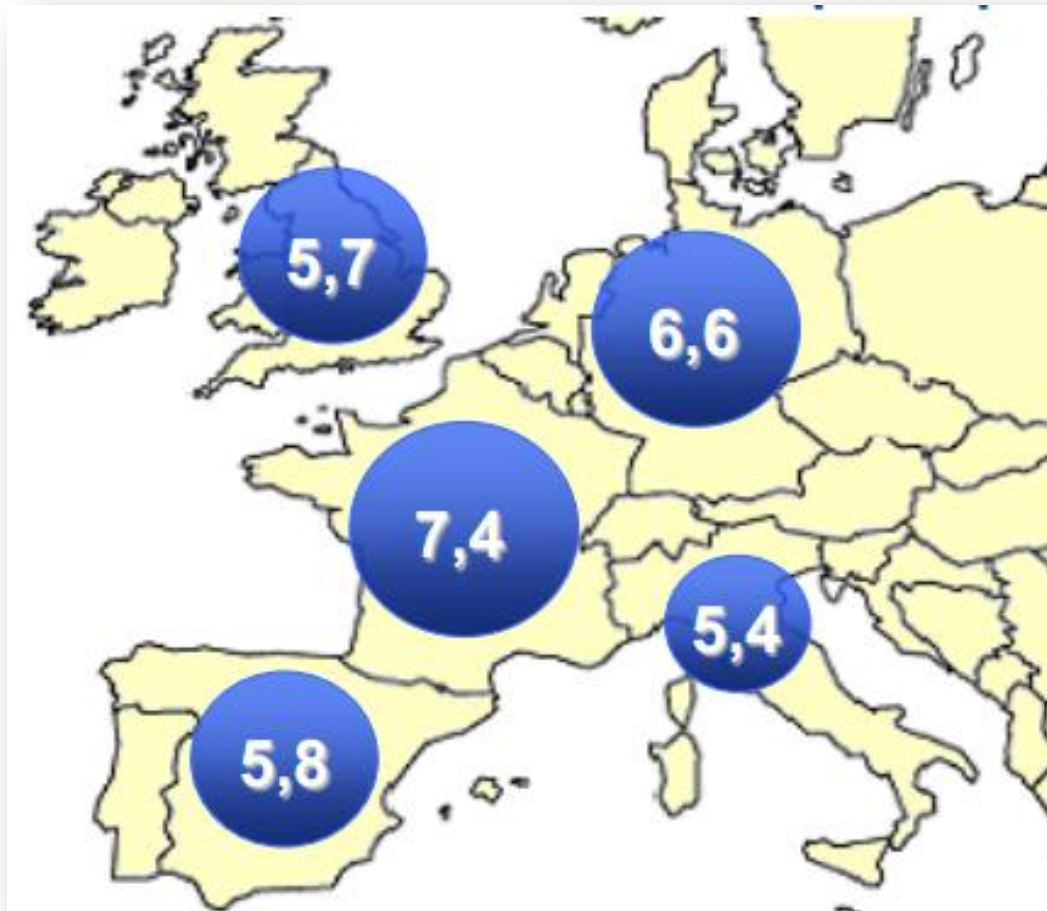


kgoe (kilogramo equivalente de petróleo) por 1000 euro

(Fuente: Eurostat. Año 2009)

España tiene el mismo consumo eléctrico per cápita que Reino Unido, pese a tener más horas de luz y una menor renta per cápita, y un consumo eléctrico per cápita mayor que Italia, teniendo similares condiciones climáticas y similar renta per cápita.

Consumo eléctrico MWh per cápita



(Fuente: AIE 2008)

➤ **Pacto de los alcaldes (4 de mayo de 2010).**

El Pacto de Alcaldes es un compromiso por ir más allá de los objetivos marcados por la Unión Europea para 2020, reduciendo las emisiones de CO2 en el ámbito territorial donde sea aplicado en, al menos, un 20%.

Para lograr este objetivo es necesario implantar un Plan de Acción para la Energía Sostenible.

Este plan debe fomentar la mejora de la eficiencia energética así como la producción de una energía más limpia al tiempo que anime a un uso responsable de la misma.

Por ello intentaremos inculcar estos compromisos a este proyecto y cumplir con la normativa reglamentaria.

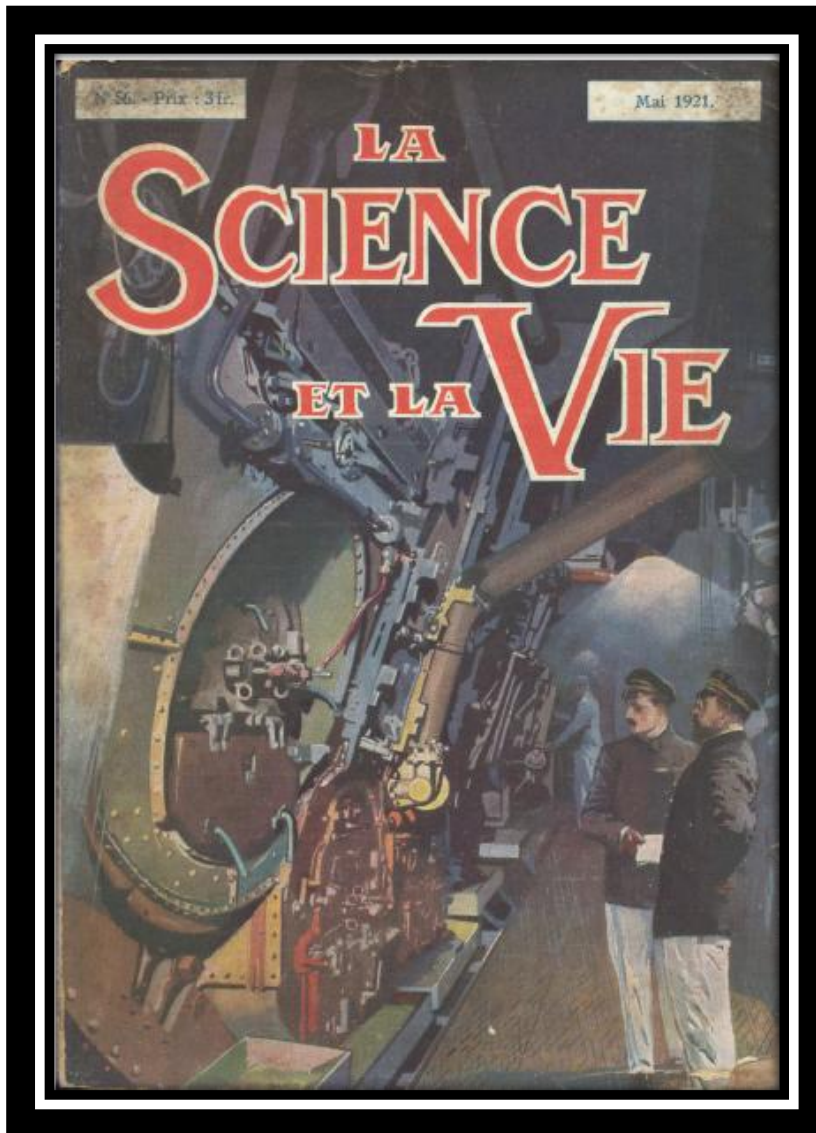
Objetivo principal:

- **Reducir las emisiones de CO2 y conseguir: "La vivienda de consumo casi nulo"**

❖ Historia.

➤ Documento histórico

Esta técnica nació en Canadá, también reconocida en Europa por Francia, y posteriormente, se está dando a conocer en España (el Bierzo), donde actualmente se está ejecutando una de estas edificaciones.



Traducción al Español:

¡¡La casa de paja!! La combinación de estas dos palabras es natural que provoque asombro o resulte extraño entre las personas mejor preparadas en la audacia del diseño en el arte de construir.

FRAICHES EN ÉTÉ, CHAUDES EN HIVER, LES MAISONS DE PAILLE SONT AVANT TOUT ÉCONOMIQUES

Par Gustave LAMACHE

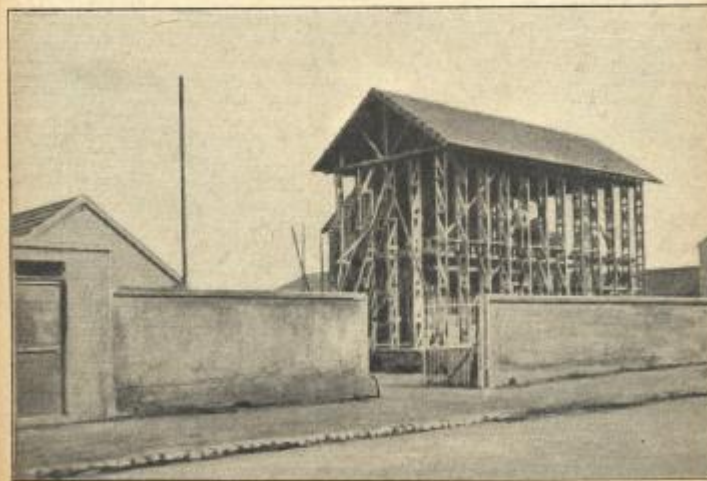
La maison de paille ! L'association de ces deux mots est bien de nature à provoquer de l'étonnement, même chez les personnes les mieux préparées aux hardiesses de la conception dans l'art de construire. Et cependant, il n'en est pas moins acquis, à l'heure actuelle, que la maison de paille est une réalité visible et palpable, déjà reproduite en France à plusieurs exemplaires et dont la ville de Montargis a eu la primauté au cours du dernier automne.

Je note tout de suite qu'il ne s'agit ni d'une « paillette » comme ceux qui sont allés aux Indes en ont pu voir, ni d'une de ces maisonnettes entourées et recouvertes de glui et baptisées chalet normand ou suisse, sans

doute parce que nulle part, en Suisse, on ne voit de maisons aux toitures de chaume.

Les visiteurs qui viennent se rendre compte eux-mêmes, à pied-d'œuvre, remportent l'impression qu'un chapitre nouveau s'est ouvert au livre de la construction et qu'une activité féconde ne tardera pas à sortir de l'idée originale que vient de réaliser M. Feuillette, inventeur de la grenade à fusil et créateur de la maison de paille.

La reconstruction des fermes et des habitations paysannes dans les régions dévastées par l'ennemi peut se trouver accélérée par l'utilisation de matériaux abondants et peu coûteux, et le problème des maisons ouvrières peut être résolu par la même méthode.



OSSEATURE DE LA MAISON DE PAILLE TYPE ISOTHERMIQUE

La toiture est complètement achevée, mais que les murs, les portes et les fenêtres n'existent pas encore.

31

Sin embargo no es menos extraño o asombroso que en la actualidad la casa de paja es una realidad visible y palpable ya producida en Francia, varios ejemplares y cuya ciudad de Montargis tuvo la primicia en el curso de este último otoño.

Aclaro seguidamente que no se trata de ninguna choza o chabola como los que han ido a la India y han podido ver, ni de una de esas casitas revestidas y recubiertas de..... y bautizadas chalet normando o suizo, sin duda porque en ninguna lugar en Suiza, no vemos casas con techo de paja o rastrojo.

Disons que ce dernier point de vue n'a pas été l'un des moindres qui aient poussé M. Feuillette dans la voie des recherches pour réaliser une maison agréable à habiter, confortable, hygiénique et de longue durée, et qui fût en même temps d'un prix de revient compatible avec les possibilités pécuniaires des petits employés, des retraités aux modestes pensions et des travailleurs manuels.

Ce problème de l'habitation ouvrière, les constructions en pierre ou en briques sont actuellement incapables de le solutionner en raison de leur prix prohibitif; pas davantage les maisons en bois et toutes les constructions légères à parois minces qui, si elles sont d'un coût sensiblement moins élevé, ne répondent pas aux conditions de durée, d'isothermie, de confort et d'hygiène remplies au contraire, au premier chef, par les maisons de paille.

Maïs qu'est-ce que la maison de paille? Et comment tous les avantages poursuivis par l'ingénieur promoteur de ce nouveau type de construction ont-ils été réalisés?

Sa caractéristique essentielle réside dans la composition de ses murs dont l'épaisseur est constituée par des potelets en lames de

bois, très simplement agencés et entre lesquels sont disposés des blocs de matière végétale prise sur place, de paille dans la généralité des cas, mais dont la nature peut varier selon la production de la région.

La construction est recouverte d'une toiture appropriée, tuile, ardoise, fibro-ciment, etc., ou encore, dans un but d'économie, de nattes ou tapis de paille ignifugée cloués sur des lattes en bois chevauchant les unes sur les autres comme des tuiles. L'ossature principale de la construction est constituée par une charpente en bois composée de fermes et de poteaux. Ces fermes et ces poteaux sont faits d'assemblages peu compliqués de pièces de bois mises qui réalisent des ensembles rigides et légers préparés à l'avance et montés sur place.

L'ensemble de l'ossature repose sur une fondation établie suivant la nature du terrain, mais, dans tous les cas, peu importante en raison de la légèreté de la construction. Une feuille de carton bitumé ou en tulle d'un produit hydrofuge est interposée entre la fondation et les murs pour empêcher l'humidité de remonter par capillarité.



LA CONFECTION DES « MELLONS » DE PAILLE POUR LE REMPLISSAGE DES MURS
Les blocs sont débités à pied d'œuvre par une machine spéciale qui comprime fortement la paille.

Los visitantes que vienen a verlo con sus propios ojos a pie de obra se llevan la impresión de que un nuevo capítulo se abre en el libro de la construcción y que una actividad fecunda no tardará en salir de la idea original que viene de realizar M. Feuillette, inventor de la granada de fusil y creador de la casa de paja.

La reconstrucción de las casas y viviendas campesinas en las regiones devastadas por el enemigo puede ser que se acelere, por la utilización de abundantes materiales y poco costosos, y el problema de las viviendas de los obreros puede resolverse del mismo modo.

Disons que ce dernier point de vue n'a pas été l'un des moindres qui aient poussé M. Feuillette dans la voie des recherches pour réaliser une maison agréable à habiter, confortable, hygiénique et de longue durée, et qui fût en même temps d'un prix de revient compatible avec les possibilités pécuniaires des petits employés, des retraités aux modestes pensions et des travailleurs manuels.

Ce problème de l'habitation ouvrière, les constructions en pierre ou en briques sont actuellement incapables de le solutionner en raison de leur prix prohibitif; pas davantage les maisons en bois et toutes les constructions légères à parois minces qui, si elles sont d'un coût sensiblement moins élevé, ne répondent pas aux conditions de durée, d'isothermie, de confort et d'hygiène remplies au contraire, au premier chef, par les maisons de paille.

Maïs qu'est-ce que la maison de paille? Et comment tous les avantages poursuivis par l'ingénieur promoteur de ce nouveau type de construction ont-ils été réalisés?

Sa caractéristique essentielle réside dans la composition de ses murs dont l'épaisseur est constituée par des potelets en lames de

bois, très simplement agencés et entre lesquels sont disposés des blocs de matière végétale prise sur place, de paille dans la généralité des cas, mais dont la nature peut varier selon la production de la région.

La construction est recouverte d'une toiture appropriée, tuile, ardoise, fibro-ciment, etc., ou encore, dans un but d'économie, de nattes ou tapis de paille ignifugée cloués sur des lattes en bois chevauchant les unes sur les autres comme des tuiles. L'ossature principale de la construction est constituée par une charpente en bois composée de fermes et de poteaux. Ces fermes et ces poteaux sont faits d'assemblages peu compliqués de pièces de bois mises qui réalisent des ensembles rigides et légers préparés à l'avance et montés sur place.

L'ensemble de l'ossature repose sur une fondation établie suivant la nature du terrain, mais, dans tous les cas, peu importante en raison de la légèreté de la construction. Une feuille de carton bitumé ou en tôle d'un produit hydrofuge est interposée entre la fondation et les murs pour empêcher l'humidité de remonter par capillarité



LA CONFECTION DES « MELLONS » DE PAILLE POUR LE REMPLISSAGE DES MURS
Les blocs sont débités à pied d'œuvre par une machine spéciale qui comprime fortement la paille.

Digamos que este último punto de vista no ha sido uno de los que menos ha movido a M. Feuillette a la vía de la investigación para hacer una casa agradable para habitar, confortable, higiénica y de larga duración, y que fue al mismo tiempo de un precio de coste acorde con las posibilidades pecuniarias de la gente obrera con pequeños salarios; de los jubilados con modestas pensiones y de los trabajadores manuales.

Este problema de la vivienda obrera, las construcciones con piedra, o con ladrillos, son incapaces solucionarlo por la razón de sus precios prohibitivos; no es más ventajosa la casa de madera y toda construcción ligera con paredes delgadas,



LES MURS DE LA MAISON ISOTHERMIQUE COMMENCENT À PRENDRE TOURNEUR.
Les blocs de paille comprimée sont superposés entre les montants de bois dont ils occupent toute l'épaisseur.

Afin d'augmenter la rigidité du bâtiment, les poteaux d'angle sont renforcés par des pièces de bois formant en même temps des motifs décoratifs et reliés par des tirants aux autres poteaux pour constituer un chaînage, le nombre des chaînages variant suivant la hauteur de la construction.

Les blocs de paille pressés qui assurent le remplissage des murs sont de forme parallépipédique. Leur largeur correspond à l'épaisseur des murs et leur longueur à l'écartement des poteaux. Ces balles sont empilées les unes sur les autres, la hauteur du bâtiment correspondant à la hauteur totale du nombre des balles superposées.

Après montage, le mur est recouvert sur ses deux faces d'un grillage à mailles assez fines, sur lequel est plaqué un enduit.

La surface extérieure peut recevoir un crépi moucheté ou tout autre revêtement rustique avec décorations et la surface intérieure est recouverte d'un enduit de plâtre composé sur lequel peuvent être fixés des papiers ou des tentures, comme sur des murs ordinaires.

Les cloisons intérieures sont constituées par des panneaux formés de montants et de lattes à plafond fabriqués en usine et reliés

ensemble au montage puis recouverts d'un enduit au plâtre. Les planchers sont composés de solives sur lesquelles reposent du parquet ordinaire ou des bardoaux.

Les plafonds sont faits de plaques de plâtre armé suspendues aux solives.

Les ouvertures, portes et croisées, sont montées sur des châssis fixés sur l'ossature principale. Leurs dimensions sont déterminées d'une part par l'écartement des poteaux et, d'autre part, par la hauteur et le nombre de balles de paille qu'elles remplacent. C'est toujours la simplicité et l'économie.

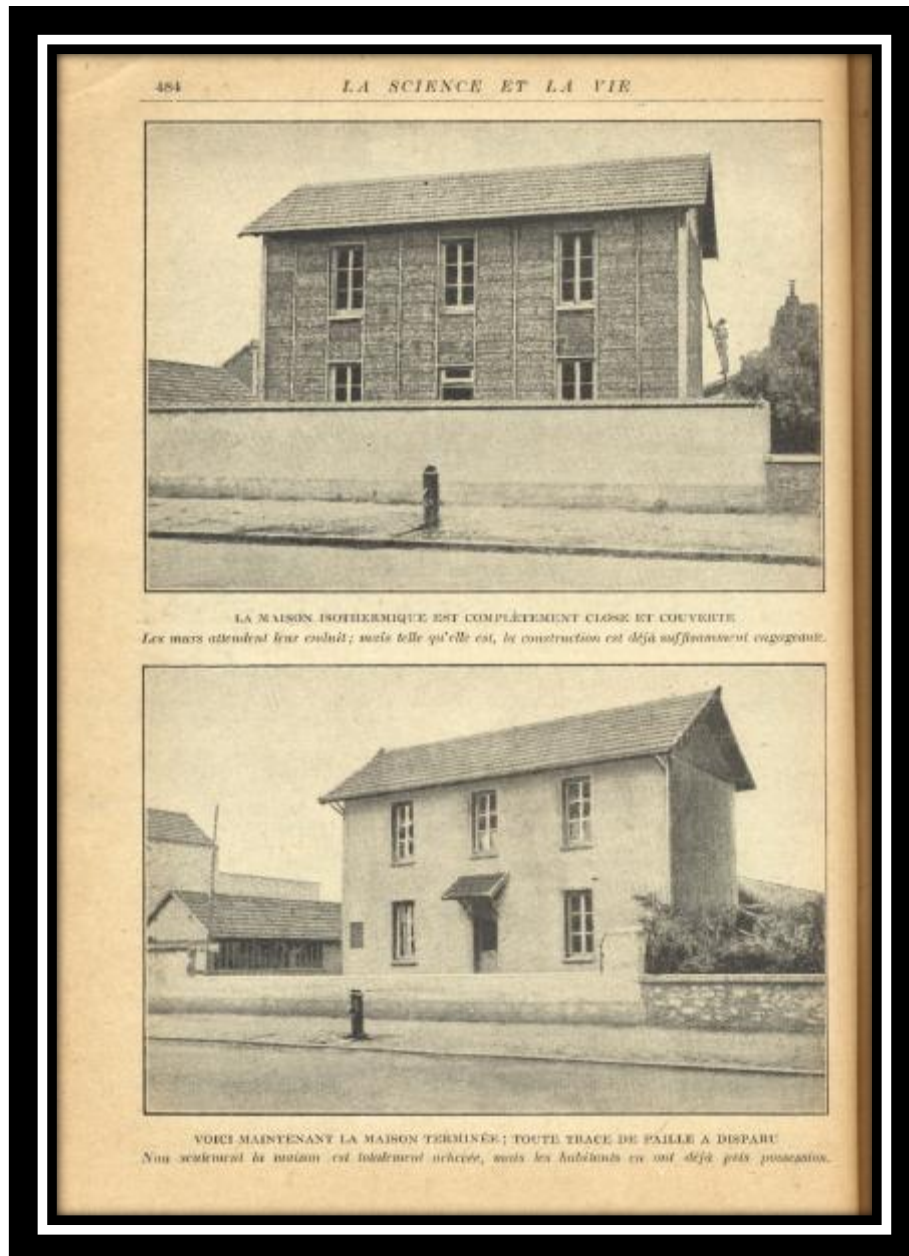
Dans le cas où la maison ne comporte qu'un rez-de-chaussée, l'aménagement intérieur comprend un fourneau de type spécial servant à la fois de cuisinière et de calorifère, une installation de chauffage central par des bouches de chaleur alimentées par l'air chaud provenant du calorifère-cuisinière.

Une cheminée extérieure constituée par un tuyau en ciment muni d'un rapuchon orientable sert à l'évacuation des fumées.

Il est évident que la disposition générale des pièces peut varier par la seule disposition des poteaux et des fermes constituant l'ossature principale et dont les dimensions

que si son de un coste sensiblemente menor no responden a unas condiciones de duración, de isoterma, de comodidad y de higiene, llenas al contrario en primer lugar por las casas de paja.

¿Pero qué es la casa de paja? ¿Y cómo todas las ventajas perseguidas por el promotor ingenioso de este nuevo tipo de construcción han sido realizadas? Su característica esencial reside en la composición de sus muros cuyo espesor está constituido por conducciones en láminas de madera sencillamente dispuestas entre las cuales se han colocado bloques de material vegetal recogido del mismo lugar, de paja generalmente.



Pero su naturaleza puede variar según lo que se produce en la región. La construcción se cubre de un tejado adecuado, teja, pizarra fibrocimentada, etc. donde todavía afinando más la economía y ahorrando de estera o alfombra de paja ignifugada clavada sobre listones de madera delgada superpuestos unos sobre otros como tejas. El esqueleto principal de la construcción está constituido por un armazón compuesto por puntales y postes. Estos puntales y estos postes están hechos por un ensamblaje bastante sencillo de piezas de madera finas o delgadas que forman rígidos y ligeros hechos con anterioridad que se montan en el mismo lugar.

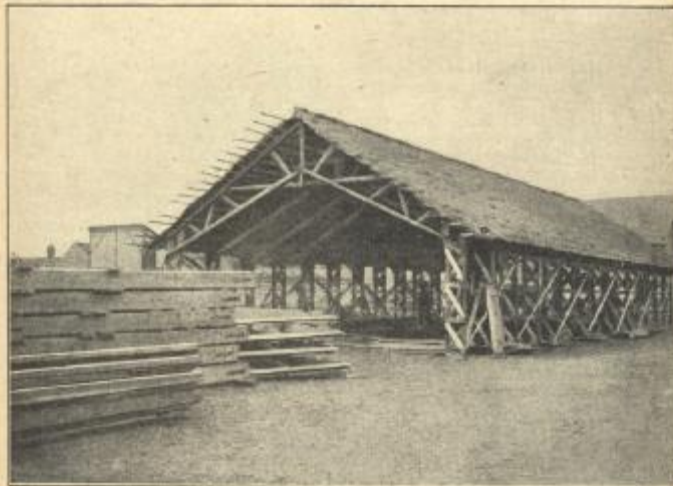
dépendent de la portée des fermes, de l'écartement des poteaux et de la dimension des balles de paille employées au remplissage.

On peut édifier de la même façon des maisons à étage et en général tous les types de l'habitation, la souplesse du système se prêtant facilement à toutes les conceptions constructives et architecturales.

Un dispositif permanent permet la désinfection de la maison isothermique Feuillette

où l'on veut bâtir — paille de blé, de seigle ou d'avoine, roseaux, ajoncs, genêts, ronces, branchages ou autres matières susceptibles d'être comprimées à l'aide de la presse à fourrage — permet une grande économie sur les frais de transport habituels.

La possibilité de produire en grande série, en usine, tous les potelets, fermes et autres éléments de la charpente rigoureusement « standardisés » assure d'abord un prix de



LES MURS DE CE VASTE HANGAR SERONT ÉGALEMENT FAITS DE « MOELLONS » DE PAILLE

par l'établissement, dans la masse végétale constituant le remplissage des murs, d'un réseau de conduits comportant des ouvertures. Ces ouvertures permettent l'injection d'agents désinfectants (aldéhyde formique, sulfure de carbone, gaz sulfureux, etc.) destinés à se répandre dans l'épaisseur de ces murs et à traverser les enduits perméables pour détruire toute la faune animale ou microbienne : rats, souris, insectes de diverses familles, ou germes pathogènes qui hantent à l'ordinaire nos habitations.

En outre des nombreux avantages que nous venons de signaler et dont le désir de les réaliser a guidé M. Feuillette dans ses recherches, il est évident que l'emploi pour la construction des murs de matières végétales produites à pied-d'œuvre par la région

revient extrêmement avantageux et ensuite la possibilité de construire dans des délais très courts sans être obligé de recourir à une main-d'œuvre particulièrement experte.

Les murs, constitués comme nous venons de les décrire, forment, malgré leur épaisseur, un ensemble élastique et léger permettant de monter la construction sur des fondations peu profondes ou même sur une base qui peut être en bois, en béton, en briques ou en tout autre matière appropriée.

Le matelas d'air diffusé entre les brins de paille qui sont peu comprimés assure un isolement qui est d'autant plus rigoureux que les murs ont en moyenne 0 m. 40 d'épaisseur. Dans ces conditions, les variations de la température extérieure restent à peu près sans influence sur le thermomètre dans les

El conjunto del esqueleto descansa sobre unos cimientos hechos según la naturaleza del terreno, pero en todos los casos poco importantes por razones de la ligereza o poco peso de la construcción. Una hoja de cartón asfaltada o enlucida de un producto hidrófugo se interpone entre los cimientos y los muros para impedir que suba la humedad por capilaridad.

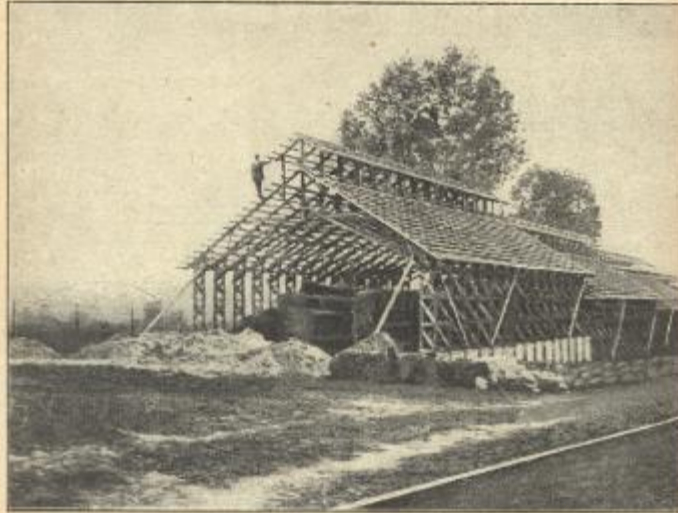
A fin de aumentar la rigidez del edificio, los postes de ángulo son reforzados por piezas de madera formando al mismo tiempo adornos decorativos y unir a través de tirantes a los otros postes para constituir un entrelazados y el número de entrelazados variará en función de la altura de la construcción.

pièces de l'habitation, et c'est à bon droit que la maison de paille de M. Feuillette a pu être qualifiée de *maison isothermique*.

Les étables, les magasins pour denrées périssables, les chais, les caves, tous les endroits où la constance de la température est la qualité qui prime toutes les autres peuvent être édifiés dans des conditions d'autant plus avantageuses que le type du

série d'améliorations extrêmement intéressantes dont le détail serait trop long à donner, mais dont tous les autres modes de construction actuels sont appelés, sans nul doute à faire bientôt leur profit.

D'ailleurs, le succès obtenu par les premiers types de maisons de paille déjà édifiés prouvent bien que leur créateur n'est pas seul à croire, dans son imagination



UN BATIMENT INDUSTRIEL EN COURS DE CONSTRUCTION

L'ossature a été édifiée en quelques jours, et la pose des blocs de paille qui assurent la clôture de cet important local se fera dans un temps extrêmement court.

bâtiment industriel ou agricole, c'est-à-dire celui qui comporte seulement des murs, des portes et une toiture, sans complication d'escaliers, de cloisons, de plafonds, de quincaillerie, de papiers peints et d'aménagements divers, est celui où le système Feuillette met le mieux en évidence sa supériorité dans l'économie de construction.

La simplification systématiquement recherchée dans tous les moyens de réalisation, les innovations originales obtenues dans les méthodes de travail, innovations toujours basées sur une observation psychologique justement et longuement poursuivie, viennent ajouter aux avantages déjà énumérés une

d'inventeur, à l'avenir de son idée, mais que le clair bon sens, si largement répandu en France, a fait siens les plans de la nouvelle architecture et qu'il est prêt à lui demander beaucoup pour la satisfaction économique et rapide des besoins immenses de notre pays.

On peut encore envisager un autre avantage que la maison de paille est susceptible de procurer à son propriétaire : nous voulons parler de son déplacement possible, puisque toutes les parties en sont facilement démontables. Ce ne sont pas les légers enduits revêtant ses murailles végétales qui peuvent s'opposer à cette opération.

G. LAMACHE

Los bloques de paja prensados que aseguran el llenado de los muros son de forma paralelepípedo. Su anchura corresponde al espesor o grosor de los muros o paredes y su longitud a la separación de los postes. Estas balas son apiladas unas sobre otras, la altura del edificio corresponde al número total de balas superpuestas. La superficie exterior puede recibir un enlucido moteado o cualquier otro revestimiento alternando con decoraciones, y la superficie interior está recubierta de un enlucido de yeso compuesto sobre el cual se pueden fijar o pegar papeles o pinturas, como sobre las paredes ordinarias o normales.



(Documentación aportada por la asociación Arquitectura y Paja).

Documentación histórica emitida por la revista L Science et la vie-nº 56-1921.

Artículo redactado por Gustave Lamache.

Los tabiques interiores son constituidos por paneles hechos de largueros y de tablitas y listones de techo hechos en fábrica y unidos junto en el montaje y después recubierto de un enlucido de yeso. Los suelos están hechos de vigas sobre las cuales se apoyan o descargan parquet ordinario o tablillas.

Los techos están hechos de placas de yeso armado suspendidas o colgadas a las vigas.

Las aberturas u orificios, puertas y ventanas, se montan sobre marco clavados en el armazón principal. Sus dimensiones vienen o son determinadas por una parte por la distancia o separación de los postes y por otra parte por la altura y el número de balas de paja que sustituyen. Siempre es simple y económico.

En el caso en el que la casa solo es una planta baja el equipamiento interior contiene un tipo horno especial que sirve a la vez de cocina y de calorífero, una instalación de calefacción central con dos salidas de aire caliente, alimentadas por el aire caliente proveniente del calorífero cocina.

Una chimenea exterior constituida por un tubo de cemento provisto de una capucha orientable, favorece el escape de los humos.

Es evidente que la distribución general de las habitaciones puede variar solamente en función de la disposición de los postes y de los puntales formando la estructura principal y cuyas dimensiones dependen del alcance de los puntales, de la separación o la distancia entre los postes y la dimensión de las balas de paja empleadas para el relleno.

Podemos edificar de la misma manera casas con más de una planta y en general todo tipo de habitación la flexibilidad del sistema se presta con facilidad a todas las concepciones, ideas o creaciones constructivas y arquitecturales.

Un dispositivo permanente permite la desinfección de la casa isotérmica Feuillette por el establecimiento, dentro de la masa vegetal constituyendo el relleno de los muros, de una red de conductos que suponen orificios. Estos orificios permiten la inyección de agentes desinfectantes (aldehído fórmico, sulfuro de carbón, gas sulfuroso, etc.) destinados a propagarse en el espesor de estos muros y atravesar los enlucidos y revestimientos permeables para destruir toda fauna animal o microbiana: ratas, ratones, insectos de distintas familias o gérmenes patógenos que frecuenten corriente u ordinariamente nuestras habitaciones.

Además de las numerosas ventajas o beneficios o provecho que acabamos de nombrar es pues el deseo de realizarla ha guiado al señor Feuillette en sus investigaciones, que es evidente que el empleo para la construcción de muros de materias vegetales producidas a pie de obra en la región donde queremos construir con paja de trigo, de avena, caña, juncos, retama, zarza, ramaje u otros materiales susceptibles de ser comprimidos con la ayuda de la prensa del forraje, supone un gran ahorro. La posibilidad de producir a gran escala en todos los troncos o rollizos, puntales y otros elementos de armazón rigurosamente estandarizados, asegura en primer lugar un precio de coste sumamente ventajoso o beneficioso y seguidamente la posibilidad de construir en un espacio de tiempo muy corto sin estar obligado a recurrir a una mano de obra particularmente experta.

Los muros constituidos como venimos de describir forman a pesar de su grosor un conjunto elástico y ligero permitiendo hacer o montar la construcción sobre cimentaciones poco profundas incluso sobre una base que puede ser de madera o de cemento, con ladrillos o de cualquier otro material adecuado o apropiado.

El colchón de aire emitido entre las briznas o tallitos de paja que están poco comprimidos aseguran un aislamiento que es tan riguroso o más que los muros tienen una media de 0 a 40 cm de grosor. En estas condiciones la variación de la temperatura exterior queda más o menos sin influencia sobre el termómetro dentro de las piezas o habitaciones de la vivienda y con todo derecho la casa de paja de M. Feuillette ha podido ser calificada de casa isotérmica.

Los establos, los almacenes para productos perecederos, las bodegas, los sótanos, todas las partes donde la constante de la temperatura es la calidad que prima, todas las otras pueden ser edificadas en condiciones igual o más ventajosas que el tipo de construcción industrial o agrícola, es decir, el que lleva solamente muros, puertas y un techo, sin complicaciones de escaleras, de tabiques, techos, quinquillería, papel pintado y acondicionamientos de invierno, es ahí donde el sistema Feuillette pone mejor en evidencia su superioridad en ahorro económico de construir.

La simplificación sistemáticamente investigada en todos los medios de realización, las innovaciones originales obtenidas en los métodos de trabajo, innovaciones siempre basadas en una observación justamente psicológica y largamente perseguida, vienen a añadir a las ventajas ya enumeradas una serie de mejoras extremadamente interesantes, las cuales sería demasiado extenso detallar pero de las cuales todos los otros modelos de construcción actuales van sin ninguna duda, a tomar provecho de ello.

Por otra parte, el éxito obtenido por los primeros tipos de casas de paja ya edificadas son buena prueba de que su creador no está solo en creer, en su imaginación o mente de inventor, en el futuro de su idea, pero que en buen criterio sí de manera amplia extendido en Francia, ha hecho suyo los términos de la arquitectura y que está dispuesto a pedirle mucho para satisfacer económicamente y rápidamente las inmensas necesidades de nuestro país.

Todavía podemos considerar otra ventaja o posibilidad que la casa de paja es susceptible de ofrecer a su propietario; nosotros queremos hablar de su posible desplazamiento ya que todas sus partes son fácilmente desmontables. No son sus ligeros o delgados o leves o finos enlucidos revistiendo sus muros y paredes vegetales lo que vaya a oponerse a esta operación.

❖ La técnica Greb:

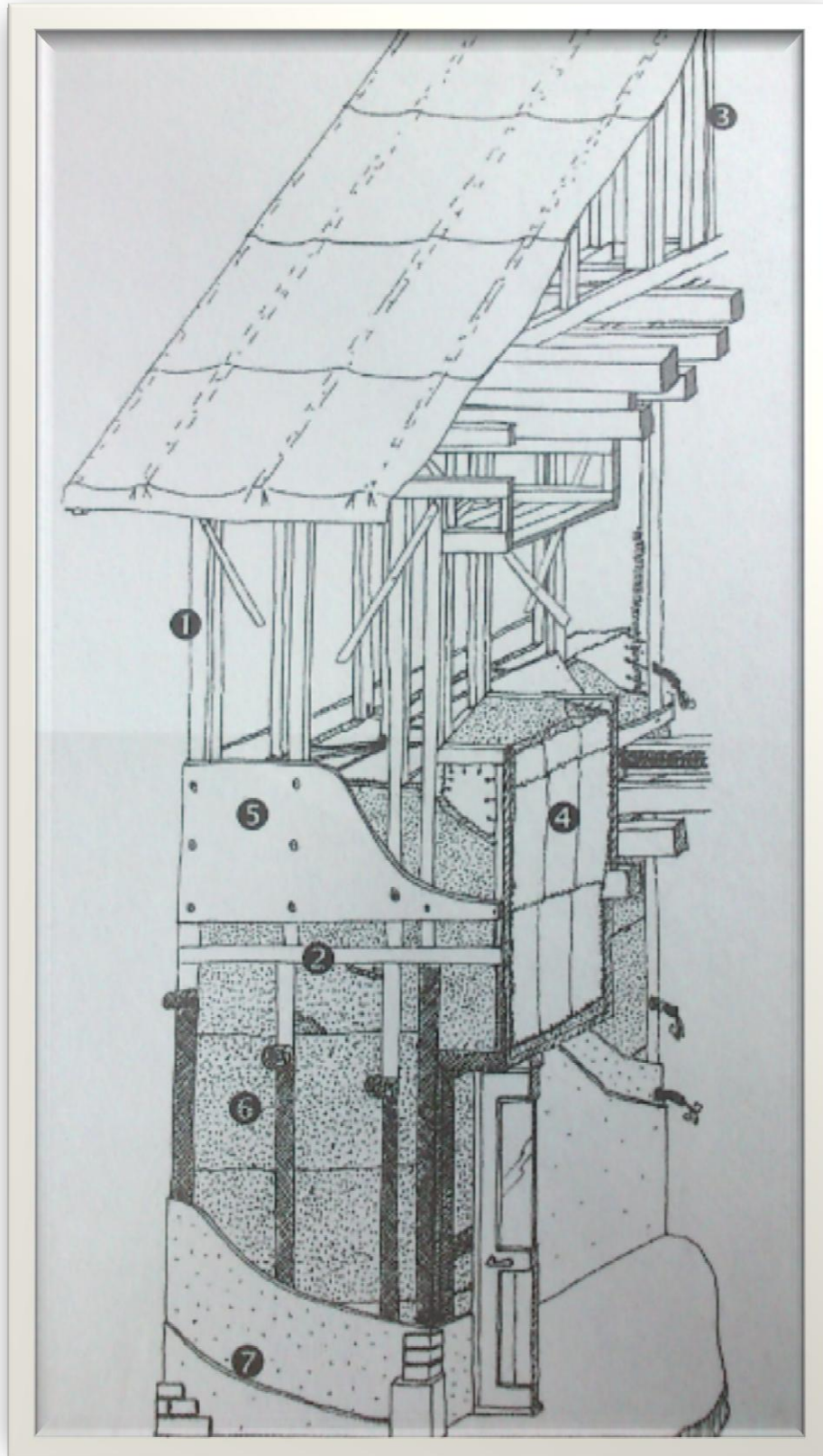
Esta técnica combina diversos procedimientos. Consiste en construir un doble esqueleto ligero de madera, fijado sobre cimientos para posteriormente instalar las pacas de paja protegidas por una capa de mortero ligero. La originalidad reside en su puesta en obra cómoda para los auto-construtores gracias, entre otras cosas, a la utilización de encofrados de pequeñas dimensiones. Estos permiten extender fácilmente el mortero que aísla totalmente la paja del exterior, dando a la pared un aspecto perfectamente regular. El conjunto se completa con un enlucido de cal. El mortero y el enlucido garantizan una pared transpirable y protegida de la lluvia.

Se realiza primero un doble esqueleto en madera. Una estructura interna y externa separadas por la medida exacta de una paca de paja más 1 o 2 cm para facilitar la colocación de la paca. Está compuesta de postes verticales espaciados aproximadamente 60 cm **(1)**, atornillados a una base de madera fijada sobre los cimientos.

En cada piso se coloca una viga de carga horizontal **(2)** sobre los postes para instalar las vigas del cielo raso, techo y suelo. Se puede construir el piso superior y la cubierta el mismo procedimiento. Para soportar una viga o una zona de sobrecarga, se coloca una columna de apoyo **(3)**.

Se encaja una primera hilera de pacas **(4)** en el interior de la estructura, atornillando el encofrado sobre los postes y distribuyendo el mortero ligero **(6)** en el espacio entre paja y encofrado. Pasadas 24 horas se podrá desencofrar, colocando un nuevo nivel de pacas sujetando el encofrado al nuevo nivel...

Las paredes se protegerán con un enlucido de cal **(7)** o con cualquier otro acabado que se ajuste a lo deseado.



(Fuente: www.arquitectura-y-paja.org)

❖ Justificaciones Técnicas:

Esta construcción está perfectamente protegida de la humedad y de los animales (roedores, insectos...), pues la paja se encuentra encerrada en un cajón protector y transpirable. Resistente también al fuego, ya que está conprimida sin aire entre dos paredes de mortero y los diferentes estudios daneses, americanos , austriacos y franceses... entre 1993 y 2005 han demostrado la resistencia al fuego de las paredes con aislamiento de paja.

➤ Aspectos técnicos en construcción Con Balas de Paja:

En 1993 tuvo lugar la primera gran conferencia sobre la construcción con Balas de Paja en Arthur, Nebraska (EE.UU).

1. Aspectos estructurales:

Aunque ya se han realizado numerosos ensayos a nivel mundial para averiguar el comportamiento estructural de la bala de paja (que responde de forma diferente cuando se trata de todo un muro) resulta difícil llegar a unas conclusiones claras. Existen demasiadas variables que afectan los resultados, sea el contenido de humedad de la paja, la densidad, tipo y espesor de recubrimiento, diseño, la correcta construcción del muro, etc., pero en lo que sí que se está de acuerdo, es que las balas colocadas planas tienen una mayor resistencia a compresión que las colocadas de canto, que el espesor del recubrimiento tiene una gran influencia en la resistencia de la bala de paja y que el elemento de coronación (anillo perimetral) tiene que permitir una distribución uniforme y centrada de la carga. Como demuestra el sistema Nebraska, los muros sin recubrimiento son capaces de soportar la carga que recibe de las cubiertas. No obstante aunque el revoco se coloque varios meses después, también ejerce una importante función estructural, ya que la bala de paja transmite la carga al revoco.

Para entender qué tipo de comportamientos negativos que puede tener un muro cuando sufre cargas verticales, los desglosaremos en 5 tipos:

- Pandeo total:

El muro completo se curva y se agrieta. Suele suceder cuando el muro está bien construido, pero la carga se aplica de forma excéntrica. (Los ensayos realizados demuestran que los recubrimientos disminuyen notablemente los efectos de pandeo).

- **Pandeo local:**

El muro solo se abulta en una zona localizada del muro. Parte del recubrimiento se suelta de la pared. Puede ser a causa de una mala ejecución del recubrimiento. Suele suceder cuando la carga se transmite directamente al recubrimiento.

- **Agotamiento del recubrimiento:**

El recubrimiento supera la tensión admisible en la coronación o en la base y se rompe en dichas zonas. Suele ser a causa de un defecto de diseño.

- **Deslizamientos de las capas:**

Las capas de recubrimiento no encuentran reacción a la carga en un extremo mientras que el núcleo de paja sí, dando lugar a desplazamientos relativos de ambos.

- **Compresión sólo del núcleo de paja:**

El núcleo de balas de paja se encuentra sometido a carga mientras que el revoco no, al igual que en el caso anterior, se producen desplazamientos.

“Según el arquitecto Prof. Dr.-Ing. Gernot Minke los muros de fardos de paja pueden soportar una carga superior a los 500 kg por metro lineal de muro portante (esto corresponde a 1000kg/m²)”.

2. Resistencia al fuego y comportamiento térmico:

La resistencia al fuego es el tiempo expresado en minutos, en que un elemento constructivo expuesto al fuego mantiene su estabilidad y sus características estructurales y de aislamiento, sin dejar traspasar el calor suficiente para que puedan incendiarse los materiales situados al otro lado del muro.

Los ensayos realizados en Austria en el Instituto “Versuchs – und Forschungsanstalt der Stadt Wien” con balas de paja con una densidad de 120kg/m³, se realizaron sobre una estructura de madera con cerramiento de balas de paja con un acabado interior de tierra y exterior de cal, se extrajo el resultado de que las balas tienen una resistencia al fuego de 90 minutos. El mismo resultado lo consiguió en el año 2003 la red de construcción alemana FASBA.

La diferencia fue que ambos lados del muro fueron revestidos por 3cm de tierra arcillosa, consiguiendo una clasificación F-90 según DIN 4102-2.

Diferentes ensayos realizados en los Estados Unidos incluso superan los 120 minutos de resistencia al fuego, ya que ésta depende mucho del grosor del acabado final.

La resistencia al fuego es debida sobre todo a la estanqueidad. El oxígeno contenido en las balas de paja no puede circular debido a los acabados de tierra, cal, etc. Además, por la compresión a la que están sometidas las mismas balas de paja, no hay suficiente aire. En el momento que se genera una grieta y pueda comenzar a

quemar la bala de paja, ésta fuente de calor carboniza la primera capa de paja, impidiendo la entrada de oxígeno por lo que dificulta seguir ardiendo.

La conductividad térmica en el caso de la paja depende sobre todo de la densidad de la bala, de la situación de las fibras (paralelas o verticales al paso del flujo del calor) y de la humedad de la paja. Una pequeña variación la puede dar el tipo de paja que utilicemos. La influencia del contenido en humedad sobre la conductividad térmica es en el caso de las balas de paja bastante inferior que en materiales de componentes minerales.

Según Bauer (2000) la conductividad térmica aumenta con la humedad solo un 1-7%, mientras que en una pared de ladrillos con igual entrada de humedad, la conductividad térmica aumenta considerablemente más. Aunque parezca contradictorio, según ensayos realizados por diferentes laboratorios a nivel internacional, se ha comprobado que las balas colocadas de canto (35cm) tienen un aislamiento térmico superior a las colocadas planas (45cm). Esto se debe a la orientación de los tallos. En las balas de paja colocadas de canto, las cámaras de aire que forman los tallos tubulares no tienen contacto directo con el entorno, mientras que en las planas sí.

Para una bala de paja, hay diferentes valores de coeficiente de conductividad térmica. Los valores oscilan entre 0,0337 y 0,086 W/m k.

3. Protección ante la humedad:

La humedad es el principal inconveniente de la construcción con balas de paja, por lo cual es muy importante conocerlo y prevenirlo.

Podemos distinguir los siguientes orígenes de humedad:

- **Humedad por capilaridad:**

En el caso de la paja y en cualquier otro tipo de construcción es necesario protegerse ante estas humedades mediante una lámina impermeabilizante. Ésta actúa como barrera y no permite la penetración de la humedad.

En el caso de que se coloquen láminas asfálticas... Encima de los sobre cimientos recomendamos alejar siempre la bala de paja, ya que por condensación, agua accidental, etc. pueden quedar restos de agua que penetran en la bala de paja pudriéndola. Colocando un marco inferior de madera, como muestran los detalles constructivos, el fardo de paja queda protegido.

- **Humedad por condensación:**

También puede suceder que estas condensaciones se produzcan en el interior de la pared, azotea, o techo (condensación intersticial) con que se podrían dañar los materiales que componen la construcción. Por esta razón, es poco recomendables colocar materiales “fríos,” como el hierro, dentro del muro de paja.

Este tipo de humedad tiene que ser eliminada con la mayor rapidez, ya que no deteriora únicamente los materiales que componen la construcción, sino que puede ser muy perjudicial para la salud (problemas respiratorios, alergias, etc.).

- **Humedad por salpicadura:**

Es aquella originada por la propia lluvia. Ésta, al rebotar en el suelo, puede salpicar la base del muro de paja creando daños graves. Por eso es tan importante construir un buen sobre cimient/banqueta de un material que eleve las balas de paja del suelo y una cubierta que proteja toda la vivienda. Otra alternativa es tener aleros suficientes anchos que la lluvia no llega a tocar el suelo cercano a la pared o utilizar un material muy absorbente en el suelo alrededor del muro para que no salpique la lluvia cuando lo toca.

- **Humedad accidental:**

Es aquella que se produce cuando revienta alguna cañería, un alcantarillado, etc. Ésta fuente accidental de agua tiene que ser inmediatamente arreglada y en el caso de la paja es recomendable diseñar de tal manera el muro que las balas de paja no estén a nivel con el pavimento interior por si acaso se inunda el edificio.

- **Humedad incorporada durante la construcción:**

Muchos materiales contienen un porcentaje de humedad. Por ejemplo el mortero o el revoco de tierra arcillosa tienen un elevado contenido en agua cuando acaban de pastarse, por lo que ha de dejarse secar antes de cerrar por completo la obra.

4. Aislamiento Acústico:

En el caso de los muros de balas de paja, en el interior de la bala hay una absorción en que se mejora la acústica de un local, de tal forma que se reduce el sonido que vuelve al mismo. Mediciones realizadas en muros de balas de paja de 45cm de espesor de un estudio de música en Australia dieron un valor interior de 114-117 Db y ruido exterior de 62-71 Db dentro del espectro de frecuencias entre 500-10.000Hz. Esto significa una diferencia entre 43 y 55 Db. Lo que todo esto quiere decir, es que la paja es un aislamiento acústico excelente.

❖ **Ventajas e inconvenientes de la técnica GREB.**

➤ Ventajas:

○ Acerca de la construcción:

1. Simplicidad y facilidad de puesta en obra.
2. Estructura compuesta de un solo tamaño de madera.
3. Piezas pequeñas de madera facilitan su encargo, transporte, manipulación y construcción, disminuyendo los costes por la utilización de materiales de segunda calidad.
4. El empleo de una estructura doble y externa limita los problemas a la hora de colocar las pacas de paja(cortar, ajustar) y, sobretodo resulta verdaderamente sencillo el empleo del encofrado.
5. Integración libre y cómoda de las ventanas y puertas en el momento del montaje de la estructura.
6. Colocación de las pacas simplificada (sín ángulos...).
7. Paja-esqueleto-mortero, conjunto sólido y solidario formado paredes sustentadoras multicapas.
8. Superficie de las paredes multilínea y ángulos limpios gracias al encofrado, facilitando el posterior enlucido.
9. Ausencia total de material plástico.
10. Encofrados ligeros de pequeñas dimensiones.
11. El mortero endurecido se mantiene ligero para trabajar y permite atornillar, serrar, agujerear...

○ En su utilización:

1. Menor espesor de las paredes gracias a las pacas puestas de canto.
2. Integración en cualquier entorno arquitectónico, incluso urbano.

3. Dimensiones y formas de los marcos de puertas y ventanas indiferentes.
4. Posibilidad de sujeción de mobiliario a la estructura.
5. Se incrementa la durabilidad de la paja gracias a la estructura contenedora que las protege y le permite transpirar.
6. Espesor del mortero que aumenta la inercia térmica de las paredes.
7. Además de por la paja, la higrometría está regulada por el serrín en el mortero.
8. Solidez y excelente resistencia al arranque del rebozado.

➤ Inconvenientes:

- Admite solo edificaciones de dos alturas.
- No esta socialmente aceptada, lo que requiere de usuarios concienciados.
- Paredes con poca usabilidad en cuanto a soporte se refiere, debido a que solo dependemos del mortero como soporte estructural.

❖ ¿Por qué es interesante este tipo de construcción?

Esta técnica consiste en construir "una doble estructura de listones de madera que soportan todo el peso de la casa y forman un pasillo en el que se introduce una paca entera de paja". Posteriormente la paja se cubre interior y exteriormente con el llamado mortero Greb que "está hecho con una parte de cemento, una parte de cal, tres partes de arena y cuatro de serrín". Sustituir los muros de ladrillo por las pacas de paja supone construir una estructura mucho más aislante y económica. Por menos de 20.000 euros se puede levantar una casa de 100 metros cuadrados y la sencillez de la técnica permite sustituir la mano de obra especializada por la autoconstrucción. La estructura Greb es más aislante que 6 metros y medio de bloque o 12 metros de hormigón, lo que permite un gran ahorro energético en calefacción ya que, tal y como

afirma Natalia Arnaiz, "en el interior de la casa se mantiene una temperatura de 20 grados centígrados tanto en verano como en invierno".

Evidentemente , escoger una casa ecológica de paja no resulta indiferente. Suscita varios interrogantes. Y sin embargo, este tipo de construcción es interesante pues encierra numerosas ventajas:

- **Valor ecológico:** El empleo de materiales locales y sanos (madera, paja, serrín) reduce el impacto ecológico sobre el entorno.
- **Valor económico:** La paja es poco costosa y posee grandes cualidades aislantes, tanto en el plano aislante como acústico. Y por tanto permite un considerable ahorro por el mínimo consumo energético.
- **Valor sanitario:** Las paredes hechas de serrín y cal son transpirables y absorben el exeso de humedad, contribuyendo así a la regulación higrotérmica de la casa.
- **Valor estético:** La construcción finalizada y personalizada tendrá un aspecto cálido y podrá adaptarse a cualquier entorno, rural o urbano.
- **Valor social:** Todo el mundo puede ser útil en este tipo de obra. Colocar los clavos, instalar pacas... no son necesarias habilidades especiales.
- A fin de mejorar más si cabe las cualidades energéticas y medioambientales de su casa, es preferible realizar previamente un estudio bioclimático, remarcando principalmente la orientación de la casa, la disposición de la división interior y a la sombra del verano unas aberturas al sur.

Premisas de esta técnica:

- Expone que las fachadas de esta edificación echas con balas de paja son más aislantes que 12 m de hormigón.
- Mantiene la temperatura en el interior de la casa a 20°C tanto en verano como en invierno. "Utilizando el espesor y las propiedades aislantes de la paja, pero con la aportación suplementaria del pozo Canadiense".
- Se presupuesta una vivienda alrededor de 200 €/m2.
"Siempre y cuando utilicemos la técnica de la auto-construcción".
- Utiliza un mortero diferente "Greb".

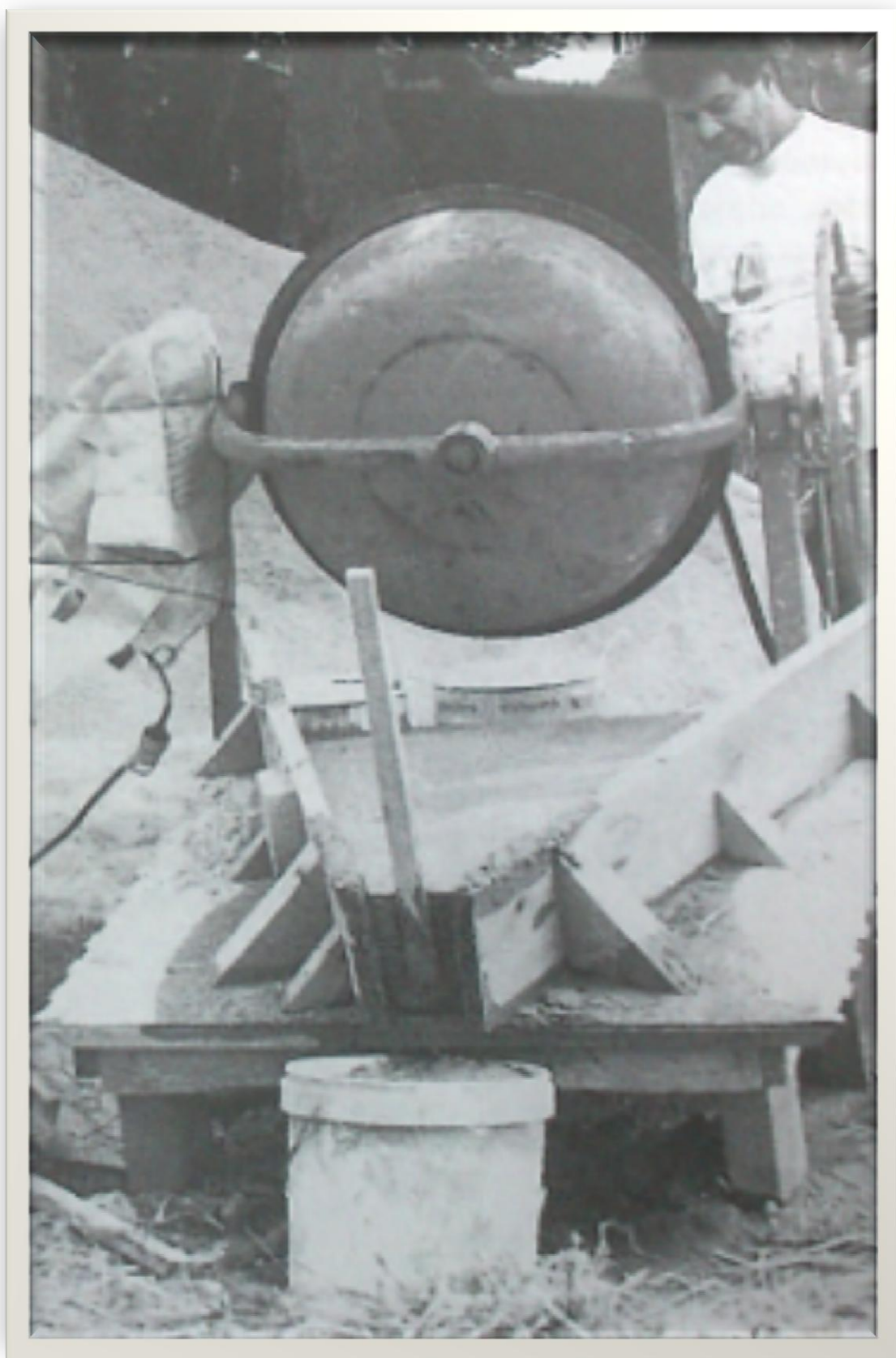


Ejecución y técnica constructiva Greb:

❖ Herramientas y materiales necesarios.

➤ Herramientas indispensables:

- Para la estructura:
 1. Un nivel.
 2. Un hilo de plomada.
 3. Una escruadra.
 4. Martillos.
 5. Atornilladores.
 6. Una sierra de inglete eléctrica.
 7. Una sierra circular
 8. Un taladro a percusión.
 9. Una sierra Caladora.
 10. Un cordel trazador.
 11. Una motosierra.
 12. Caballetes.
 13. Escalera.
 14. Cintura de carpintero.



(Cajón inclinado de vertido en cuña para mortero Greb).

- Para el vertido y el enlucido:
 1. 12 cubos de 15 litros.
 2. Una polea.
 3. Una hormigonera.
 4. Macetas.
 5. Paletas.
 6. Llanas.
 7. Agujas de 50 cm, para coser las pacas a cortar.
 8. Grapadoras.
 9. Una tijera para chapa.
 10. Un andamio.
 11. Una pala para arena.
 12. Una cubeta para el cemento...

Y lógicamente: Guantes resistentes, mascarillas para la cal, y todo equipamiento de seguridad necesario.

➤ **Material necesario:**

- La madera.
- La paja.
- Los elementos de unión (Tornillos, clavos, cinta de metal...)
- El mortero ligero Greb.

❖ Ejecución.

➤ **Fabricar la estructura:**

El método de construcción de la estructura no resulta muy viable en aquellas regiones donde la madera es un bien escaso, pero las dimensiones de las tablas (40x 100 mm), permiten la utilización de la mayoría de tamaños que podemos encontrar a la venta como segunda calidad. La madera de la estructura es suficiente con una madera de 40x 100 mm. Dicha solución es tanto económica como ecológica.

El empleo de la doble estructura tiene diversas ventajas, como la instalación sencilla de las pacas, rápida y segura. Éstas se deslizan con facilidad entre los dos pilares.

El equilibrio de la pared está así más afianzado, con dos puntos de apoyo en el grosor de la pared en lugar de uno solo, y permite así el refuerzo sobre las líneas de fuerza, especialmente en las zonas de anclaje de las vigas del techo que se beneficia de dos puntos de sujeción sobre cada pared.

La distancia entre cada pilar de 60 cm es la ideal, evitando cualquier movimiento lateral de las pacas.

La estructura así montada ofrece una gran solidez para las paredes, facilita la instalación de los huecos de puertas y ventanas y sobretodo permite posteriores modificaciones (nuevas aberturas, habitaciones suplementarias...)

1. Cimientos/ Solado:

- Recreer la solera unos 20 cm sobre el suelo para evitar la entrada del agua de lluvia.
- Prever la colocación de pasa-tubos de instalaciones por la solera.
- Prever un aislamiento de la solera para no perder por ahí el aislamiento ganado con la paja.
- Y estar atentos a las subidas de humedades por capilaridad.



(Estructura formada por bloques de hormigón y forjado sanitario)

2. Estructura:

La estructura ligera de madera está compuesta de dos partes que corresponden respectivamente a la cara interna y externa de la pared.

La anchura de la pared dependerá del sentido de colocación de las pacas sobre el canto y os lo aconsejo así por varias razones:

- Reducción del grosor de las paredes.
- Conservación de la estabilidad de la construcción.

- Capacidad aislante idéntica.
- Economía de pacas (20% aproximadamente).
- Capacidad de sujeción del mortero suficiente.
- Rendimiento superior en obra (5 líneas de pacas y el consiguiente enlucido, por piso en vez de 6).

2.1. Comienzo:

Fijación de las *vigas soleras* y colocación de los primeros postes de la estructura.

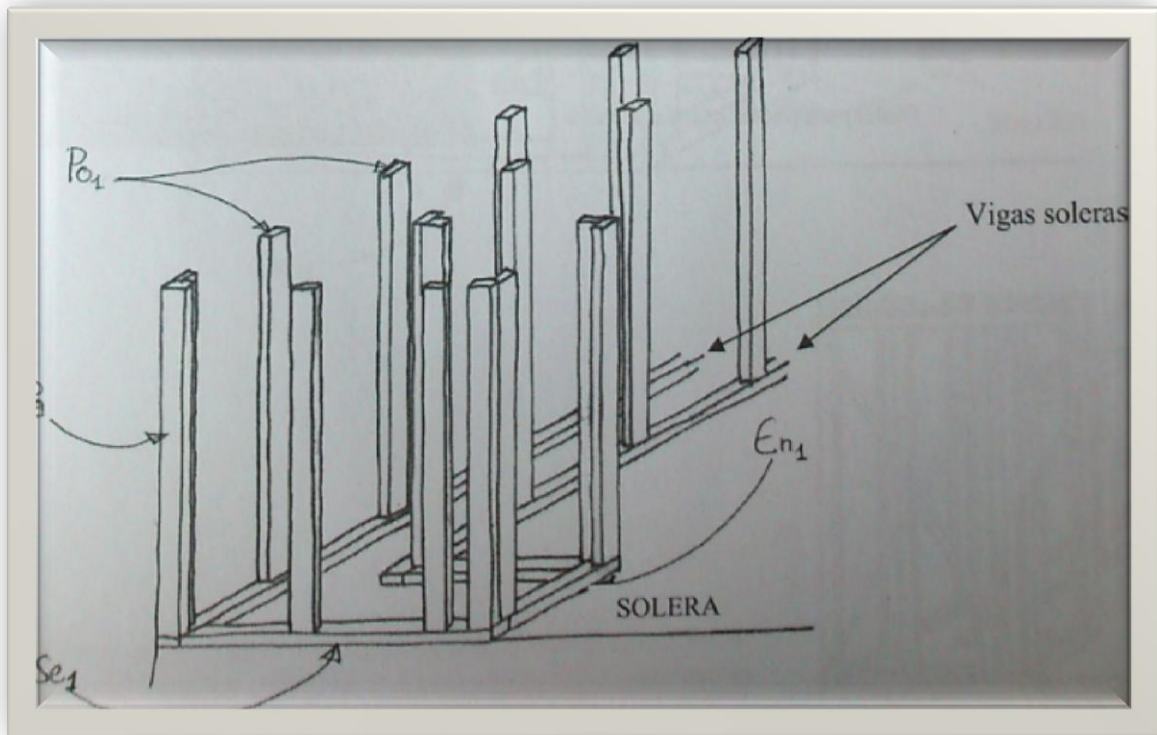
- Anclar al suelo dos *vigas soleras* (**Se1**): 40x 100 mm de madera resinosa (abeto Douglas o pino Oregón, abeto corriente, pino...) colocadas en plano marcando el borde de la solera. La anchura total de la solera ha de ser igual a la anchura de la paca (tomando como medida la más larga) más de 1,5/ 2 cm de juego para colocar las pacas, más dos anchuras de 40x 100.
- Colocar una traviesa (**En 1**) en el suelo en la base de las puertas. Esto permitirá la contención del mortero cuando se vierta y a la hora de fijar el encofrado.
- Unir las piezas de madera entre ellas mediante 2 tornillos de 80/90 atornilladas al bies.
- Atornillar los postes (**Po 1**) 40x100, separados entre ellos por 60 cm, en el borde exterior de las dos hileras de la solera.
- Se reforzarán los postes soportando las cargas pesadas (ángulos de las paredes, soporte de cabio, marco de puertas o ventanas) con los postes de ángulo (**PA**), hechos con 2 postes atornillados en ángulo derecho.
- Para los bastidores de las puertas y ventanas: prever un espacio de ½ cm alrededor del paso de puerta o de ventana a nivel de marco (**Ta 1**) para colocar un aislante.



(Vigas soleras)



- No dudar de abrir el alféizar holgadamente hacia el interior para tener más luz.



(Postes de madera de abeto Douglas sobre *vigas solera*)

2.2. Cierre del primer nivel.

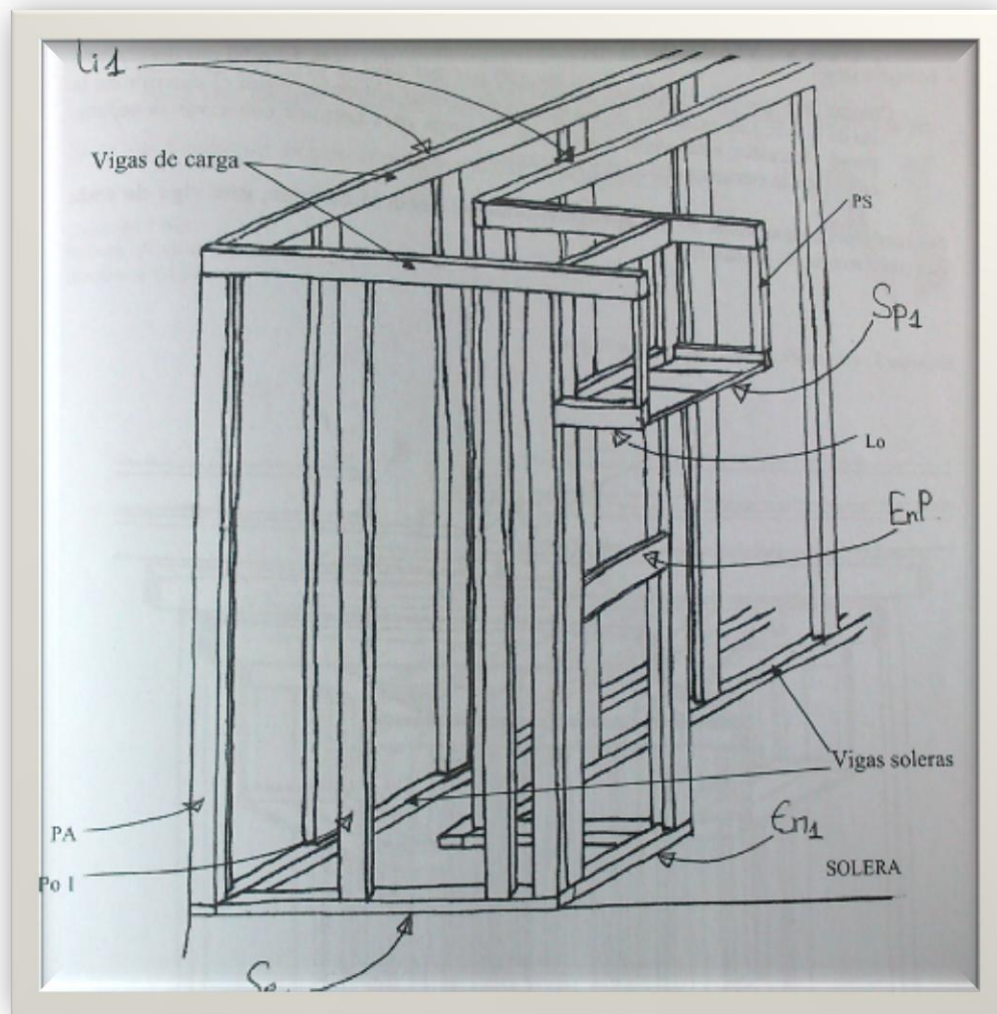
Colocación del dintel y preparación para las vigas

- Para la parte superior de huecos (puertas, ventanas, etc.), hasta una anchura de 1,20 m se colocará un solo bastidor de 40 x 100 mm en el interior y en el exterior (**Lo**).
- Para anchuras mayores de 1,20 m unir varios bastidores de 40 x 100 mm para garantizar la rigidez del dintel.
- Realizar el dintel tapándolo con varias tablas o tablón horizontal de dimensión del hueco (**SP1**).
- Colocar, encima del dintel, unos postes de sustentación (**PS**) para dar rigidez al conjunto.
- Fijar horizontalmente unas viguetas doble alta de junción (**Li1**) (40 x 100 mm sobre la sección) sobre los postes con tornillos de 80/90 al bias. Esto permitirá la colocación de las vigas del techo y del suelo del piso si fuera necesario.

- Fijar 1 o 2 traviesas de 40 x 100 **(EnP)** a media altura para la fijación de las puertas.
- Verificar regularmente la verticalidad de las paredes en toda la construcción, desde la solera hasta las *vigas de carga* de la pared con la plomada. Corregir con la ayuda de riostras. Instalar provisionalmente cruces de San Andrés entre los postes para arriostrar a medida que se realiza el montaje de la estructura con el fin de dar rigidez a la misma.



(Dintel cargadero de madera para puerta cristalera ancha))



Vigas de carga (Li 1) cierran el primer nivel)

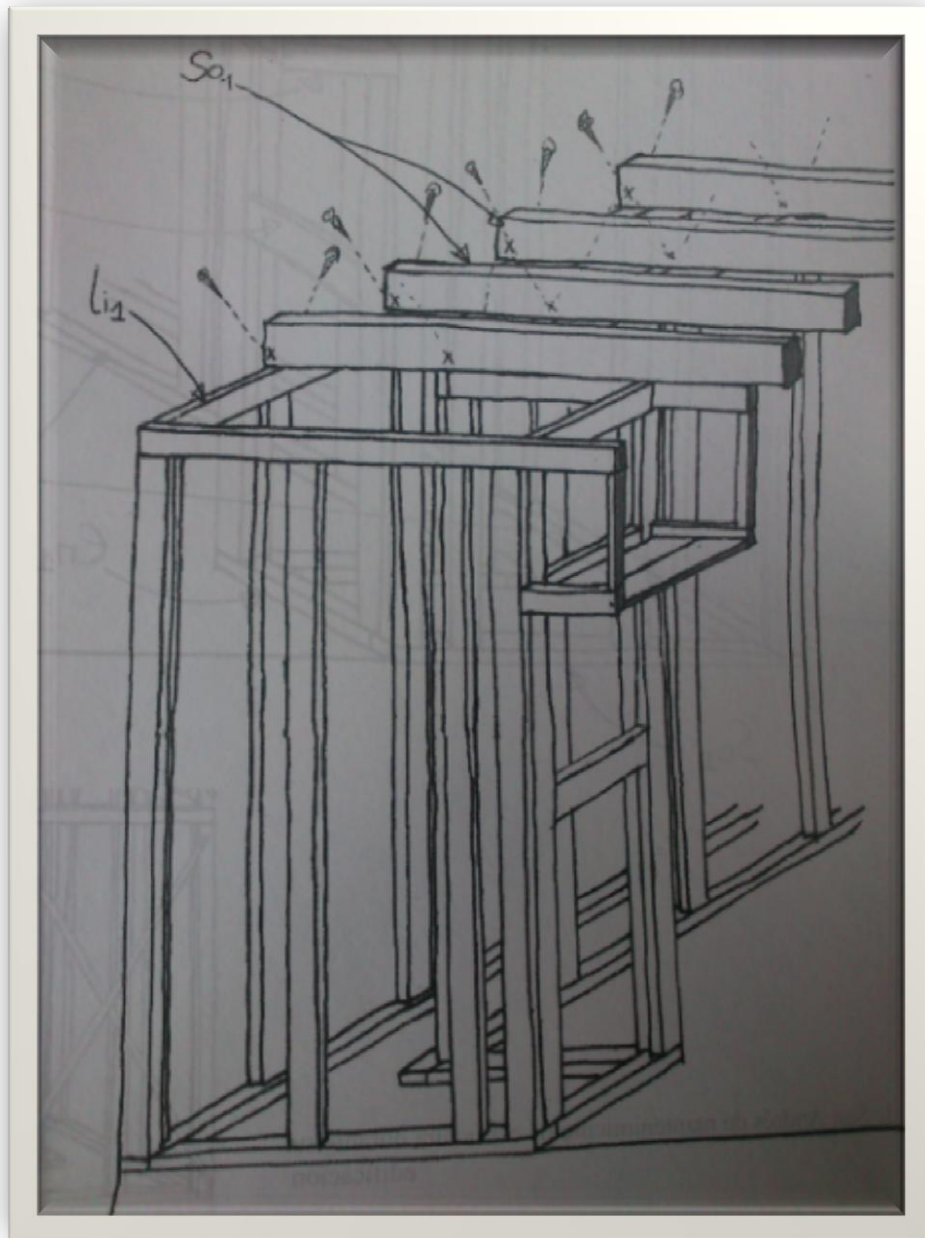


(Cruces de San Andrés de mantenimiento de estructura durante su edificación.)

2.3. Colocación de las vigas y el balcón.

Unir la estructura y las vigas.

- Colocar las vigas (**So1**), (150x150 o 70x180 mm) cada 40 o 50 cm, dependiendo de la luz. Los extremos de las vigas deben estar alineados sobre el exterior de la pared. Atornillar estas *vigas de carga* para permitir conservar la separación entre la estructura interior y exterior.



(Colocación de las vigas maestras de piso)

El balcón.

Instalar un balcón en voladizo a los dos lados de la casa expuestos a la intemperie y al sol directo.

- Para instalar un balcón prolongar las vigas hacia el exterior un cuarto de su longitud como máximo.
- Para un balcón en el que los soportes están perpendiculares a las vigas, fijarlos a la primera viga mediante enjarjes o escuadras metálicas.

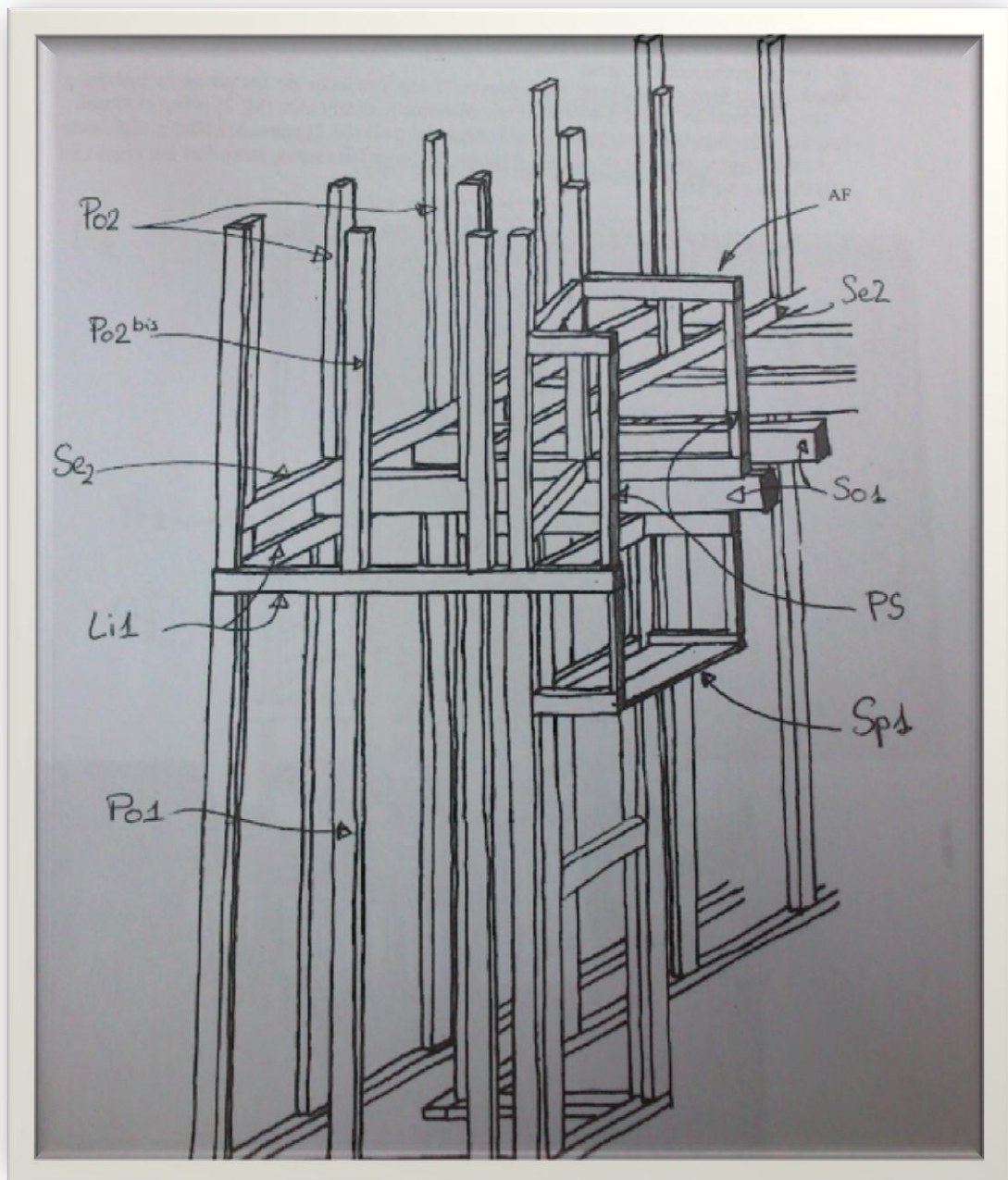


(Balcón: Prolongación de las vigas y fijación laterales)

2.4. Inicio del primer piso.

Colocación de las dobles *vigas soleras* y de los postes del piso superior.

- Colocar las dobles *vigas soleras* del piso (**SE2**) (40x100 mm colocada sobre el canto) manteniendo el plomo y separación del piso inferior respetando la distancia de separación entre las estructuras. Sobre estas *vigas soleras* colocaremos los postes del piso.
- Atornillar los postes (40x100 mm) cada 60 cm sobre las *vigas soleras* del piso.
- Para la altura total del poste se tendrá en cuenta que la *viga de solera* y de carga están colocadas de canto.
- Los postes (**Po 2 bis**) serán más largos pues están colocados sobre las vigas de carga (**Li 1**) del piso inferior.
- Para el soporte de ventana (**AF**), prever un 40x 100 horizontal en la cara interior y exterior con una traviesa de sostén para el apoyo (**PS**) cada 50 o 60 cm de ancho.
- Si el piso no fuese completo (abuhardillado), se adaptaría la longitud de los postes (**Po 2 y Po 2 bis**) a la altura del piso y de la cumbre muro piñón.

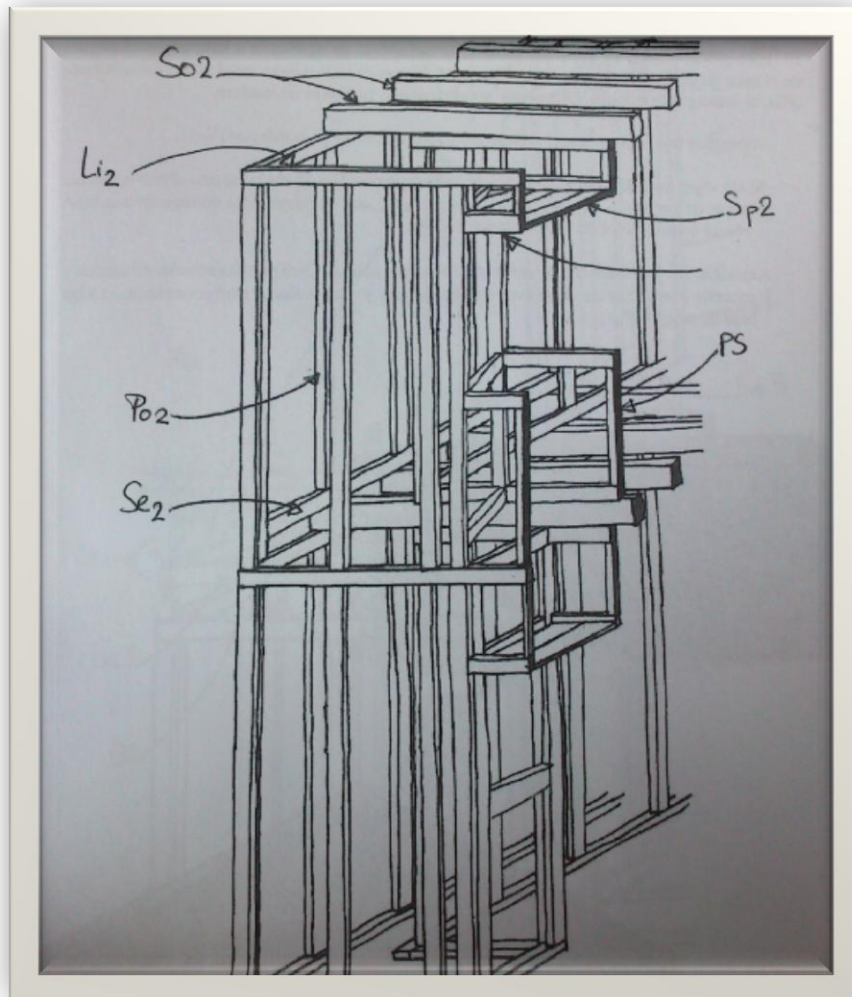


(Inicio del primer piso)

2.5. Cerramiento del primer piso.

Emplazamiento de puertas y ventanas.
Consolidar la estructura y las vigas del piso.

- Igual que se hizo en la planta baja, prever $\frac{1}{2}$ cm alrededor de los pasos de puertas y ventanas para juntas y un rellano de planchas o entablados (**SP2**) sobre el dintel.
- Atornillar horizontalmente las *vigas de carga* del piso (**Li 2**) sobre los postes siguiendo el mismo principio que en el piso inferior. Si fuese necesario, atornillar las vigas (**So2**) del piso superior.



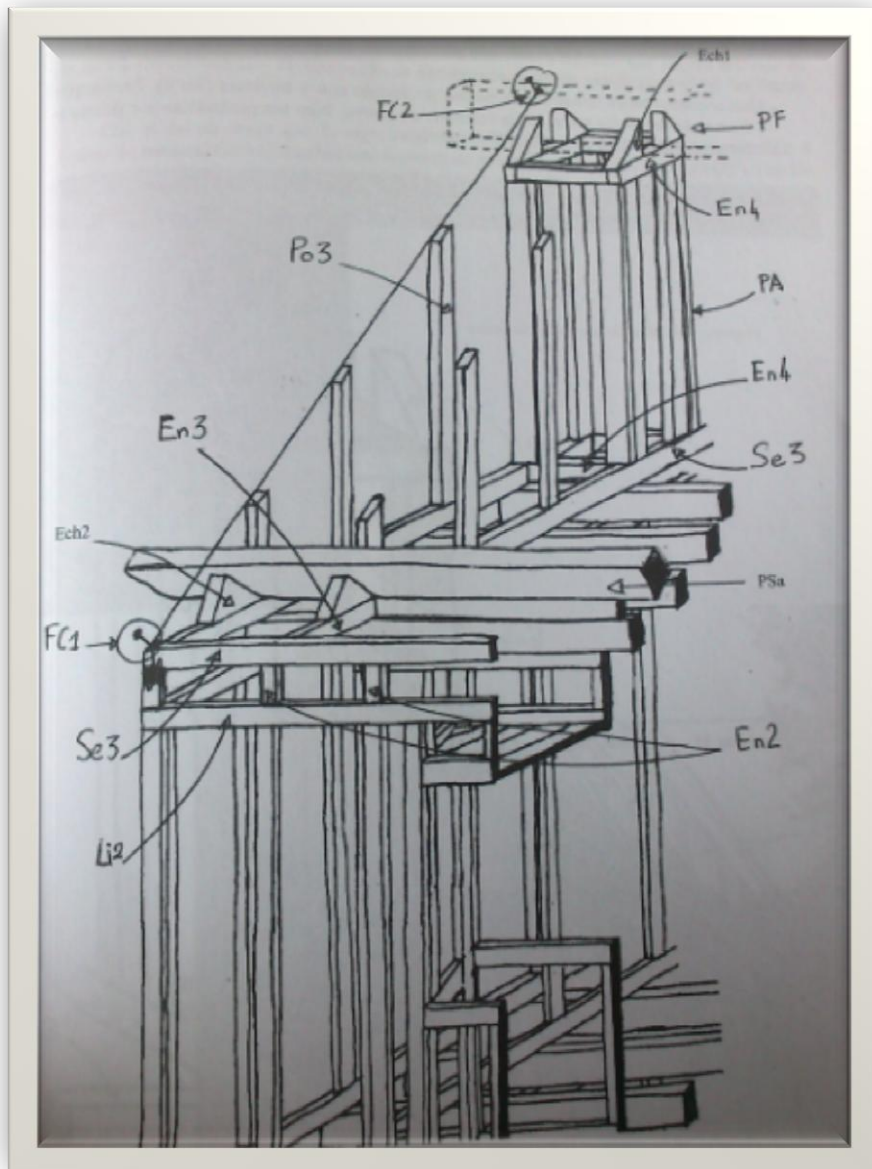
(Cerramiento del segundo piso y colocación de las *vigas de carga* y de las vigas maestras (SO2))

2.6. Muro piñón y pilar de la cubierta (pendolón).

Colocación de la base del piñón y de la viga cumbrera.

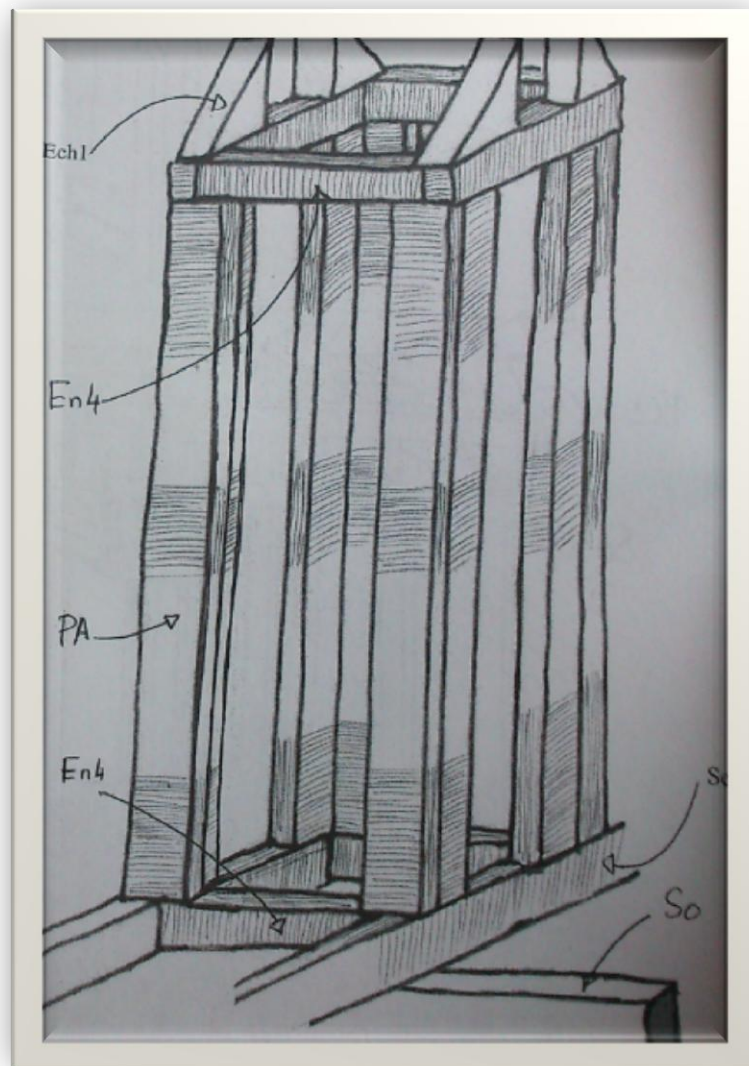
El muro piñón de paja es imprescindible si la buhardilla es destinada a habitación. Aunque, en el caso de cerchas ligeras o de espacio perdido con el aislamiento en el suelo de la buhardilla, el muro piñón podrá simplemente recubrirse con planchas de madera.

- Atornillar una base según el mismo principio que en el piso inferior **(Se3)**.
- Si las vigas ya están colocadas, pondremos unas traviesas **(En2)** de la misma altura entre las *vigas de carga (Li2)* y las *vigas soleras (Se3)* que servirán para conseguir una base con el mismo nivel en toda la construcción.
- Atornillar las traviesas **(En 3)** entre las dos *vigas soleras (Se 3)* de la estructura inferior y exterior con el fin de conservar su separación y para colocar posteriormente la viga baja de tejado **(Psa)**.
- Colocación de la viga cumbrera de la cubierta: formar un pilar de apoyo de cumbrera **(PF)**. Para esto, se fija sobre la base **(Se 3)** a la vertical de la viga cumbrera, 4 postes de ángulo **(PA)** (40x100 mm) en cuadro. Será necesario tener en cuenta, por su anchura, la altura de la viga sobre la que se apoya **(Se3)**, de la viga cumbrera **(PF)** y de los cabios **(Ch)**.
- Unir estos cuatro postes de ángulo con 4 traviesas **(En 4)**. Prever que hemos de meter las pacas en la columna de apoyo, bien sea pasándolas por abajo o desatornillando uno de los lados.
- Se sustentará provisionalmente con una riostra (40x100 mm atornillados en oblicuo) el pilar de apoyo de cumbrera para evitar el desplome de la viga cumbrera mientras se unen la base del piso **(Se3)** y los postes del pilar de apoyo de cumbrera **(PA)**.
- Colocar la viga cumbrera **(PF)**. Sobrepasará de 40 o 50 cm o más la vertical de la pared para colocar un cabio con el fin de conseguir un alero en la cubierta que alejará la lluvia de la pared, desaguándola, y favoreciendo su sombreado. Esto es válido para todas las demás vigas.



(Estructura del alto de la pared bajo el tejado)

- Con el fin de que la viga cumbrera (**PF**) se tuerza hacia un lado, atornillar 4 cuñas de madera, hechas con recortes de la misma en la viga cumbrera (**PF**) y en las traviesas del pilar de apoyo de cumbrera (**En 4**).

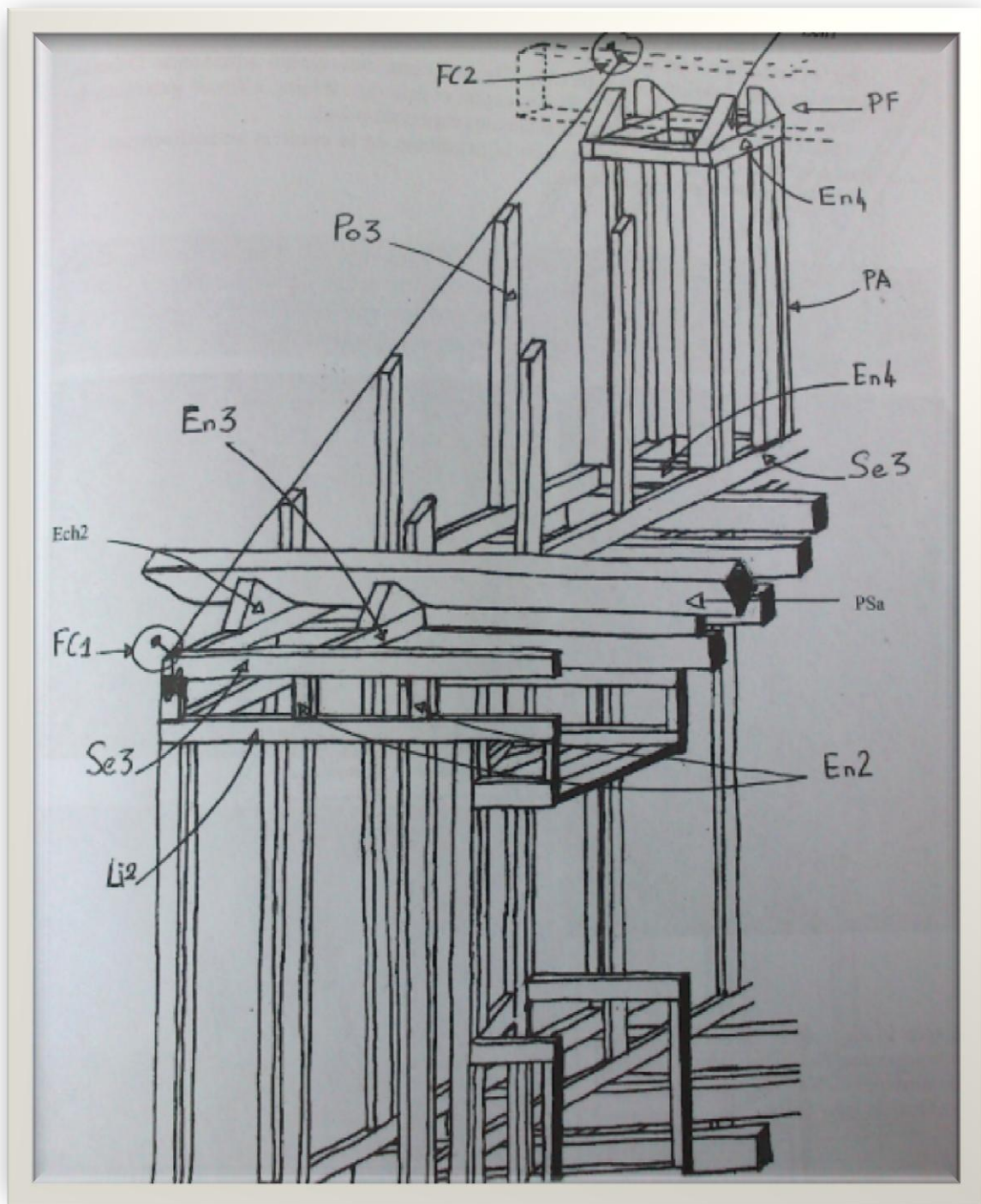


(Pilar de apoyo de cumbrera)



Colocación de las otras vigas (correas y cabios) y de los postes de piñón.

- Tirad un cordel que vaya de la estructura exterior al nivel de la base del techo **(FC 1)** a la parte de arriba de la viga cumbrera **(FC 2)**. El cordel marcará los límites del muro piñón y se corresponderá con la altura de los futuros postes del muro piñón **(Po 3)**.
- Formar las cuñas **(Ech 2)** para la viga baja **(Psa)**. El ángulo de las cuñas debe permitir a la viga baja **(Psa)** formar la pendiente del tejado.
- Colocar la viga baja al bias en apoyo sobre las traviesas **(En 3)** a lo largo del apoyo interior. Fijar las cuñas **(Ech 2)** sobre las traviesas **(En 3)** y en la viga **(Psa)**. No olvidar el alero de la cubierta para la **viga (Psa)**.
- Si la cubierta es muy larga será necesario otro pilar de apoyo con cuatro postes para una viga intermedia. Se colocará también al bias bajo el cordel.
- Si la distancia entre las vigas es elevada, será imprescindible realizar cerchas para dar mayor rigidez a la cubierta.
- La distancia de los cabios entre dos vigas no debe ser demasiado elevada, con objeto de garantizar la rigidez de la cubierta. Esta distancia será variable dependiendo del tipo de cubierta.



(Montaje de la parte del piñón)

2.7. Colocación de los cabios.

Colocar dos viguetas (40 x100 mm) en la pendiente de la cubierta como cabios **(LiC)** por encima de cada parte de la estructura doble. Tener presentes los aleros (50 a 80 cm) en la parte inferior de los cabios.

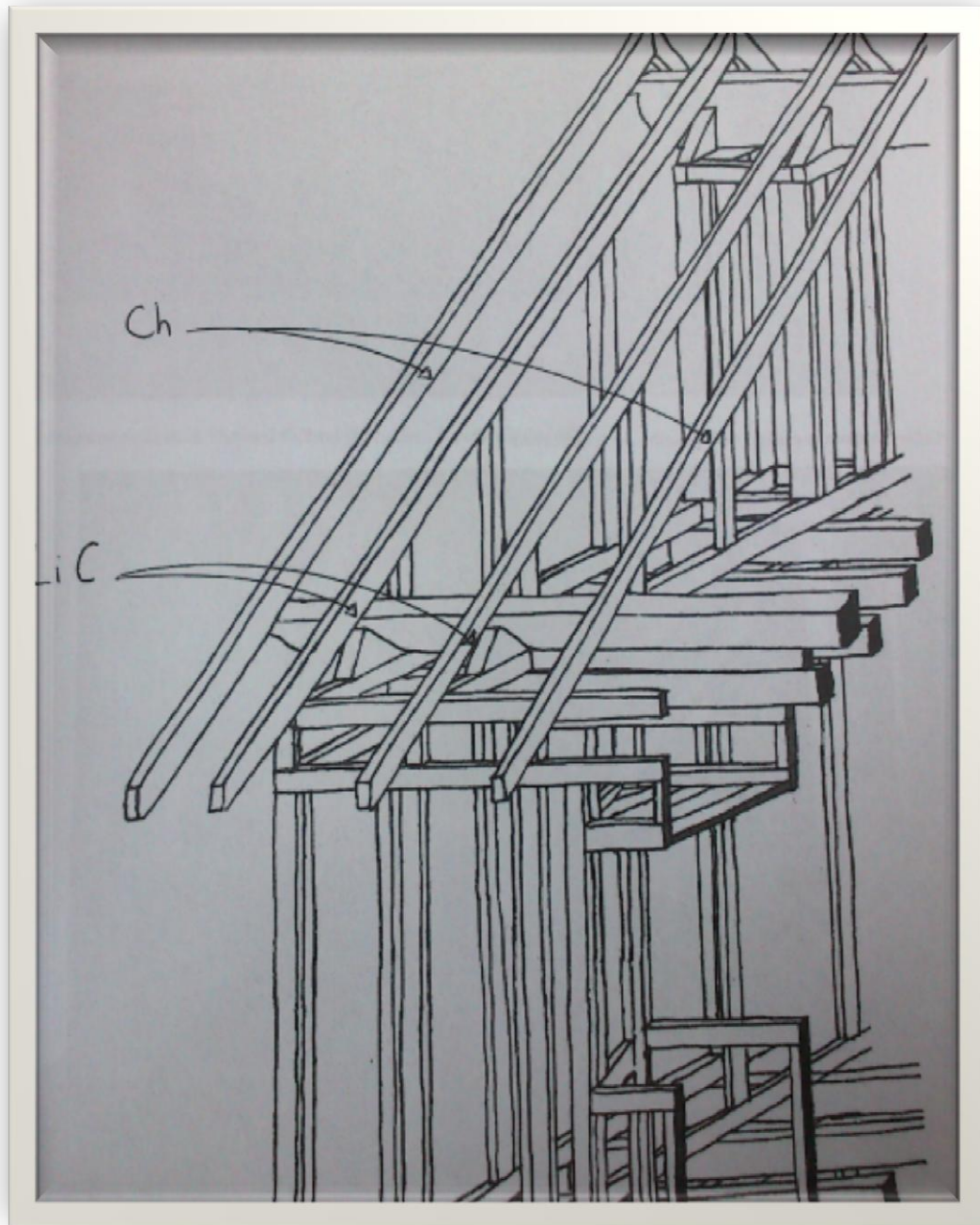
- Poner los otros cabios **(Ch)** (40x100 mm). Clavarlos con clavos armazones. Deberán estar separados por unos 40 o 50 cm, según el tipo de cubierta, a fin de garantizar la rigidez de la estructura.
- Será necesario que las dos viguetas en la pendiente de la cubierta se realicen con los mismos materiales que los cabios.

Es posible efectuar un aislamiento de la cubierta con pacas de paja. Esto se ha realizado ya en numerosas ocasiones. Solo será necesario adaptar la estructura de la parte alta de la pared y hacer las vigas del tamaño suficiente.



(Vigas de 50 cm de altura)





(Los cabios)



(Estructura de la casa thévard-Gilbert (Canadá): Primer piso y buhardilla)

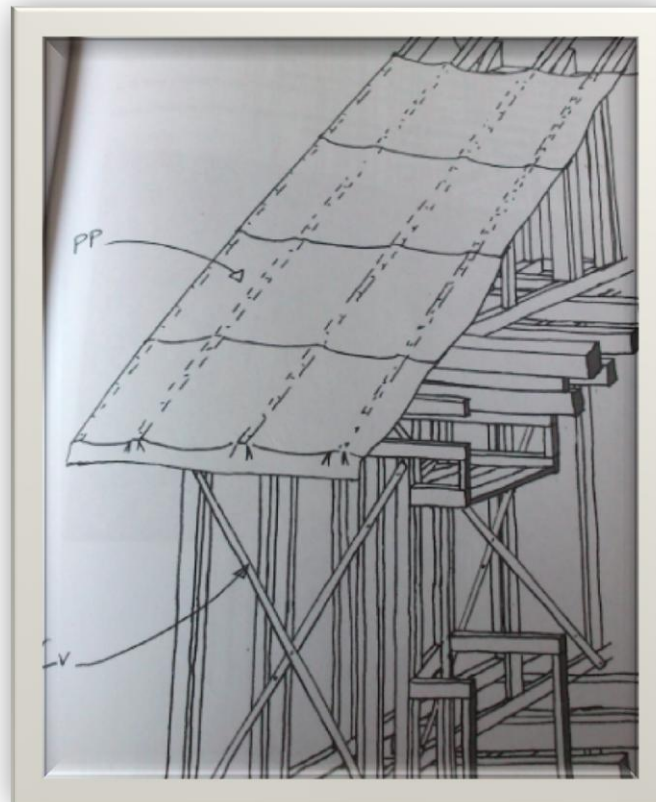


(Casa Greb (Canadá))

2.8. Lámina antihumedad y riostras.

Proteger y rigidizar la estructura.

- Colocar en la cubierta una lámina impermeable a la lluvia pero permeable al vapor (**PP**) que permitirá trabajar en seco, almacenar la paja evitando que el agua entre dentro de las paredes durante la construcción.
- La lámina se colocará partiendo desde abajo, debe estar bien extendida para evitar acceso a los roedores o las corrientes de aire. Cada lámina montará sobre la precedente al menos unos 10 cm aproximadamente y se grapará sobre las vigas.
- Clavar unos listones (correas) en el sentido de las vigas por encima de la lámina impermeable, con el objeto de mantenerla fija y para permitir posteriormente ventilar el techo. Encima de las paredes y de los piñones no clavar los listones de forma definitiva, para poder levantarlos a la hora de finalizar el vertido del mortero.
- Continuar instalando provisionalmente cruces de San Andrés sobre los postes para arriostrar a medida que avanzamos con el montaje de la estructura a fin de conseguir una mayor rigidez de la misma (**CV**).



(Lámina para vapor PP y refuerzos CV)

3. Circuito eléctrico:

- Pasar los tubos pre-cableados dentro de la estructura antes de colocar las pacas de paja. La instalación eléctrica se encastrará o se dejará en superficie a nivel de los postes. Deslizar los conductos a todo lo largo de un poste entre la paja y los clavos.
- Pasar los conductos horizontalmente entre 2 líneas de pacas.
- Para una colocación posterior, picar el mortero (asegurándose primero que existe un espesor suficiente de mortero en el fondo de las acometidas).
- Pasar los conductos tras la solera de hormigón o en el espacio entre el techo y piso de la planta superior.
- Un cuadro eléctrico encastrado podrá eventualmente preverse cuando se monte la estructura, pero ello reducirá el grosor del aislamiento.



(Colocación del circuito eléctrico)

➤ Colocar la paja y verter el mortero:

1. Los materiales:

- Escoger la paja:
 - Escoger pacas de paja de cereal (centeno, trigo...) sanas y secas de igual tamaño, de color dorado. Deberán estar compactadas y bien comprimidas. Sus anchuras deberán ser homogéneas. Sus dimensiones suelen ser sobre 40x50x75 cm. Varían según las empacadoras y la longitud es generalmente regulable. Se podrá poner una primera línea de paja de lavanda (imputrescible).
- Escoger la cal:
 - La cal aérea fragua con el CO₂ del aire. El fraguado es lento, endurece con el tiempo pero no es resistente a la presión y no se utiliza en albañilería más que para los recubrimientos por su flexibilidad, o mezclado con otros materiales (cemento mezclado, mortero o cal hidráulica).
 - La cal hidráulica fragua con el agua. El fraguado es rápido, teniendo un aglomerado hidráulico (sílice), la resistencia a la presión es mejor.

“Las casas de Greb (Canadá) han sido construidas con una mezcla de cal aérea y cemento, las de Francia con cal hidráulica”.

La cal para la permeabilidad del vapor de agua y el cemento para la resistencia (a compresión).

En Francia con la mezcla de cal hidráulica (NHL 3.5)/ cemento, así perdemos en permeabilidad pero ganamos en resistencia. El uso de la cal hidráulica únicamente puede ser considerado sin haber sido a día de hoy experimentado en la escalera de la casa. Escoger (NHL 5) es quizás lo más adecuado, es la cal la que ofrece mejores resistencias mecánicas.

- Escoger el serrín:
 - Será de madera blanca para evitar las manchas de tanino y otras coloraciones naturales de la madera a través del revestimiento. Esto permite aligerar el mortero y regular la higrometría de la pared y la habitación. Su dimensión será inferior a 3 mm.
- **El mortero aligerado o “mortero Greb”**
 - Compuesto de serrín, permite reducir los costes de cal y arena, es más ligero para manipularlo (30 o 40% de serrín), se trabaja como con el yeso (ranuras para el paso de las conducciones eléctricas), permite el anclaje directo (sin tacos) por medio de tornillos para madera.

La receta del mortero GREB :

4 partes de serrín de madera blanca
 3 partes de arena
 1 parte de cal aérea
 1 parte de cemento

Variante 1

4 partes de serrín de madera blanca
 3 partes de arena
 1 parte de cal hidráulica
 1 parte de cemento

**Variante 1
(a probar)**

8 partes de serrín de madera blanca
 9 partes de arena
 6 parte de cal hidráulica

“La consistencia del mortero deberá ser bastante líquida para poder ser vertida pero también suficiente firme con el objeto de cuidar la estratificación del mortero al desencofrar”.

- **Las características de este tipo de mortero son:**

- La principal es la transpirabilidad, por la cal y sobre todo por el serrín, garantiza una perfecta estructura permeable al vapor de agua y no al agua. La paja por tanto no corre ningún riesgo de pudrecimiento.
- Almacena CO2 (cal aérea y madera de serrín).
- Es muy ligero.
- La presencia del cemento participa estructuralmente al conjunto de la pared: estructura de madera + aislante + mortero Greb.
- Una vez seco, resulta que se puede atornillar directamente sin tacos.

“Por tanto utilizamos este mortero y destacamos sus propiedades tanto estructurales como su transpirabilidad”.



(Vertido del mortero en la fachada)



(Hay que hacer lo máximo posible para que la paja este siempre rodeada de mortero)

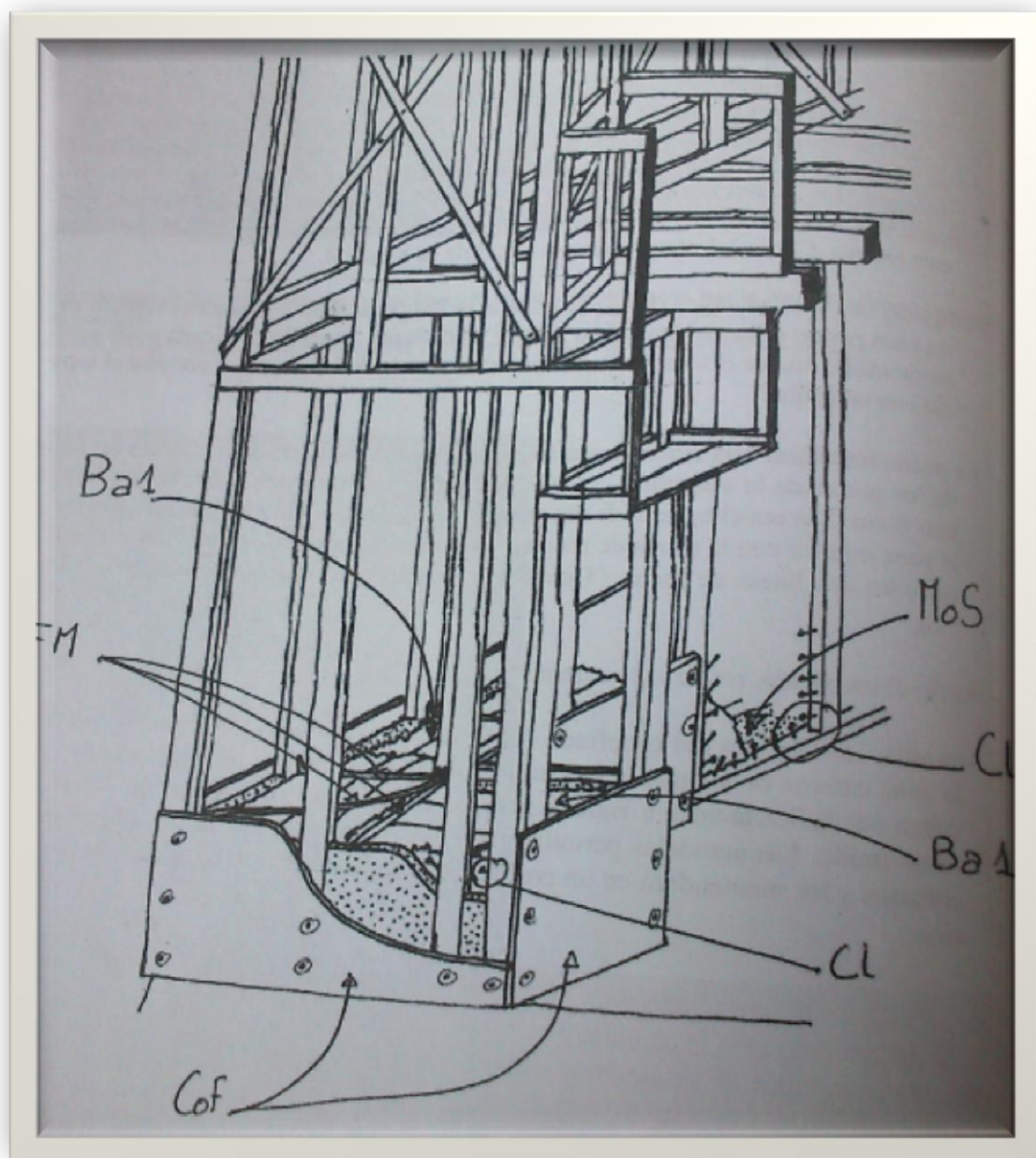
"Premisa cumplida"

2. Vertido del mortero:

2.1. Inicio del vertido:

Instalación de pacas, clavos, tensores y encofrados.

- Rellenar el espacio entre las dos viguetas de la solera con el mortero **(MoS)**, para aislar la paja de la solera de hormigón y elevarla unos 4 cm. El posible exceso de humedad de la zona se eliminará a través del mortero exterior de la parte baja de las paredes.
- Antes que fragüe el mortero, instalar en fresco la primera línea de pacas de paja **(Ba1)** comprimiéndola horizontalmente para evitar vacíos que puedan provocar pérdidas de aislamiento. Si hubiese algún hueco, rellenarlo con tapones de paja suelta.
- Clavar 5-6 clavos (preferentemente inoxidables o galvanizados) de unos 6 u 8 cm en el canto de cada poste **(CI)** por altura de paca para mantener el mortero en su lugar. Eso evitará definitivamente que la paja se asiente y que se surjan problemas de estabilidad de la pared. Los clavos son imprescindibles en todas las piezas de madera que están en contacto con el cemento para formar un ensamblado compacto: estructura-mortero-paja. Esto es, además del mortero Greb, el aporte novedoso de los iniciadores de esta técnica. Clavar los clavos hasta la mitad de su longitud.
- Extender una cinta metálica **(FM)** por encima de las pacas para mantener el espacio entre cada par de postes y consolidar las dos estructuras. Atornillada a cada poste apretando más o menos el tornillo en función de los postes.
- Se pueden reemplazar esta lámina metálica por un listón 20 x 40 mm atornillados a los lados de los postes de la estructura. Su longitud será igual al espacio entre las estructuras más de 8 cm (2 veces el espesor de los postes). Se vigilara el introducirlo fuertemente en la paca inferior con la ayuda de un martillo, si fuese necesario, para evitar un espacio entre las dos líneas de pacas.
- Previo al encofrado, retirar las riostras.
- Atornillar los tablonos del encofrado **(Cof)** (Contrachapado de 15 o 18 mm o similar) en la zona extrema de los postes (3 tornillos y arandelas en cada poste). Los encofrados deben ser suficientemente rígidos para no deformarse bajo la presión del mortero comprimido. Las arandelas permitirán apoyar y desatornillar más fácilmente los encofrados y los mantendrán en un correcto estado hasta la finalización de la construcción.



(Inicio del vertido de mortero)



(Encofrado)



(Encofrado)

Vertido y desencofrado.

- Verter mortero mediante un cubo o cubeta entre el encofrado y las pacas, rellenar y pisar ligeramente con un listón, golpear con la maceta sobre el encofrado para hacerlo vibrar y favorecer el descenso del mortero hasta la zona más baja del encofrado. Vigilar bien esta capa para evitar que queden zonas sin mortero, ahorrará tiempo a la hora de repasar irregularidades en la superficie.
- Rellenar los dos lados de la paca simultáneamente para equilibrar el espesor del mortero en cada lado de la pared, a tal fin que las pacas no se muevan.

“No verter el mortero entre las pacas”

- Pasada una noche, desatornillar los encofrados, ráscalos inmediatamente para limpiarlos (llana). Los restos de mortero se limpiarán mejor frescos.
- Dejar los tornillos y las arandelas en los encofrados para volverlos a atornillar en los mismos postes pero en el nivel superior.
- Colocar la segunda línea de pacas y repetir todas las operaciones descritas. La posición de las pacas no depende de la instalación de éstas en el nivel inferior. La proximidad de los postes y el vertido del cemento no tienen en consideración la organización espacial de las pacas.

“La obra estando inmediatamente protegida por el mortero y la cubierta, la obra puede llevarse a cabo sin problemas los días de lluvia e interrumpirse tantas veces como sea necesario a lo largo del tiempo”.



(Verter el mortero en ambos lados)

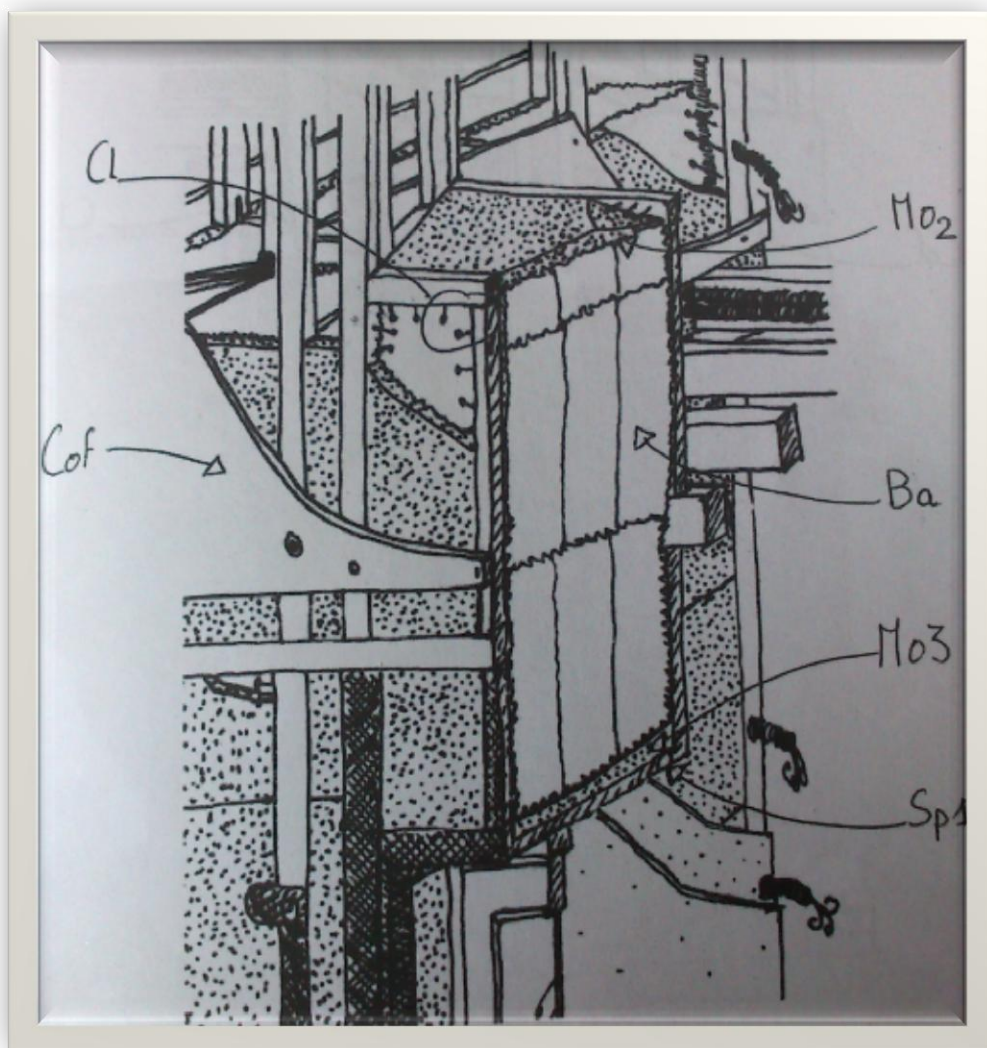


(Verter el tercer nivel de paja)

2.2. Vertido en zona de puertas y ventanas:

- Bajo una ventana, cerrar el cajón estanco encima de la paja con el mortero (5 cm mínimo) **(Mo 2)**. No olvidar colocar los clavos a los lados.
- Encima de una ventana o puerta, rehacer una base de mortero de 5 cm **(Mo 3)** aproximadamente sobre las planchas del dintel **(SP)** para evitar que la paja entre en contacto con el aire entre esas planchas.

“Los bajos de los marcos serán objeto de un trabajo más cuidadoso, pues son fuente de infiltraciones del agua proveniente de la lluvia que se desliza por las ventanas, así como evitamos posibles puentes térmicos...”.



(Vertido del mortero)

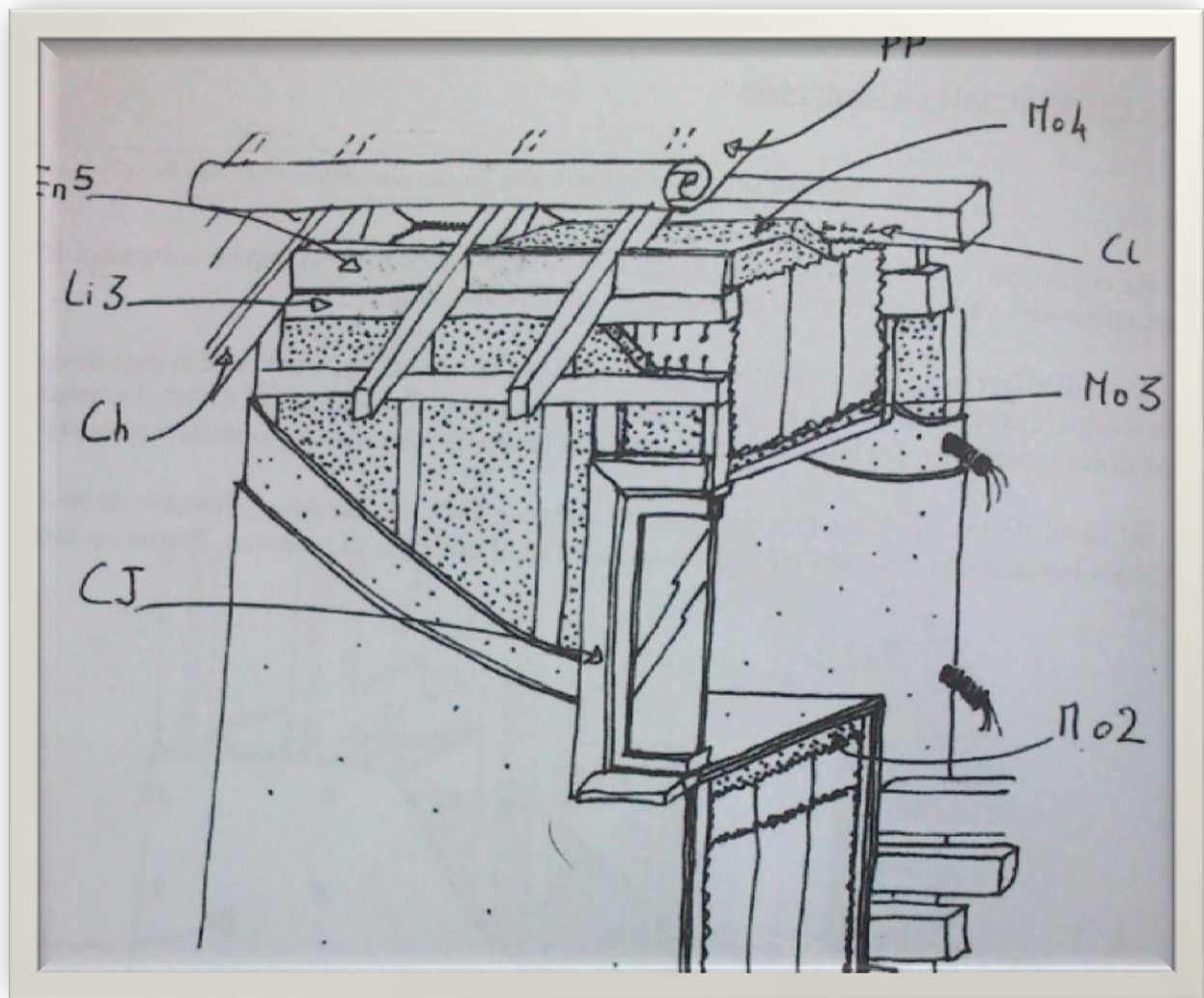
2.3. Fin de vertido por las paredes:

Acabar de verter la zona alta de las paredes.

- En el encuentro de las paredes con la cubierta, descubrir en parte la lámina antivapor (**PP**) que permitirá verter y cerrar el cajón estanco encima de la paja.
- Atornillar traviesas (**En 5**) “anti-pájaros” entre cabios (**Ch**), encima de la viga de carga exterior (**Li 3**) para finalizar la parte superior de la pared. Esto permitirá evitar la entrada de roedores o pájaros a la construcción. Tendrán a la altura de los cabios y podrán ser revestidas.
- Al nivel de las traviesas (**En 5**), dejar un espacio de 5 cm sin paja y llenarlo de mortero (**Mo 4**) hasta arriba del todo para aislar la paja (igual que bajo la ventana).



(Fin del vertido de paredes entre cabios)



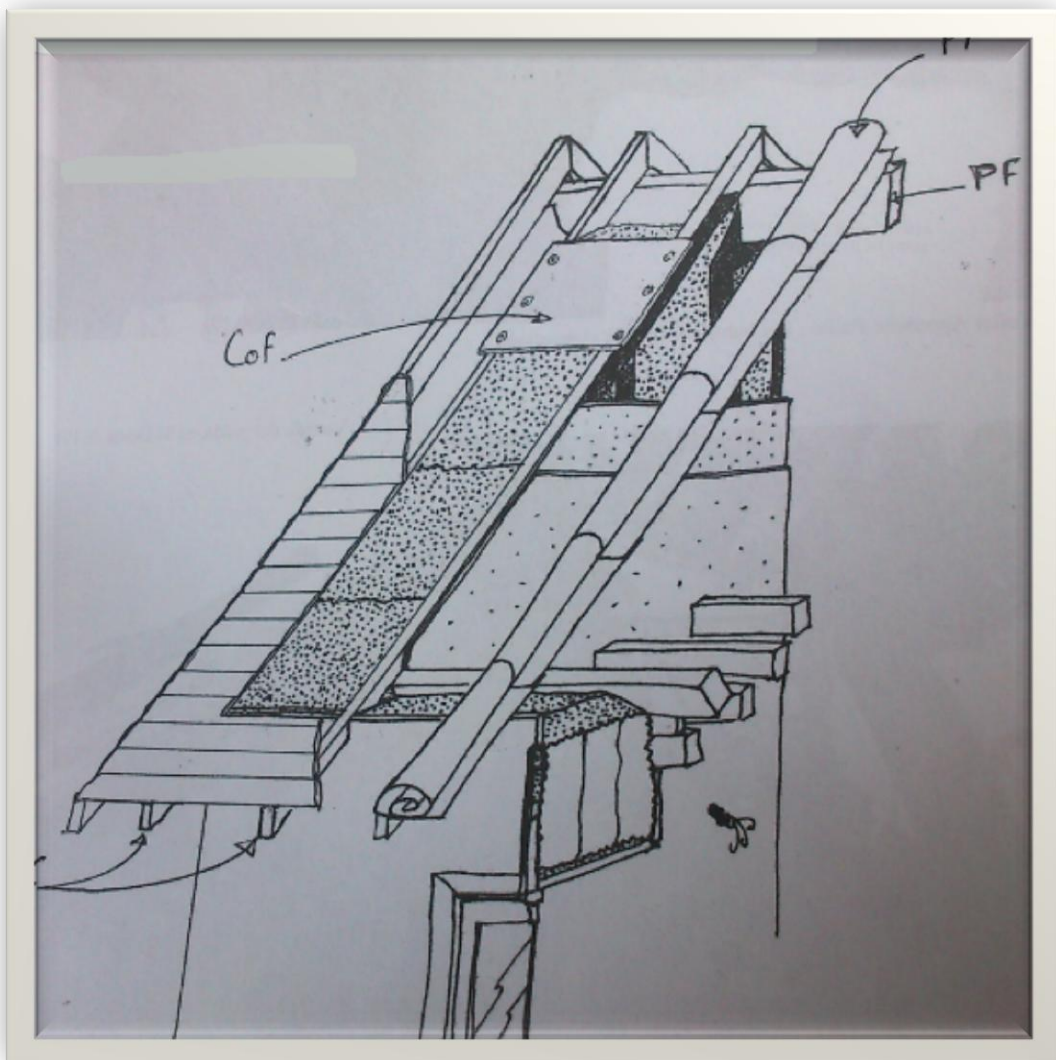
(Fin del vertido en las paredes)

2.4. Vertido del muro piñón:

Acabar de verter el piñón.

- Reatar y cortar las pajas al bies para colocarlas entre los cabios de final de pared (**LiC**).
- Clavar clavos a los lados de los cabios.
- Dejar un espacio de 5 cm sin paja, atornillar los encofrados (**Cof**) sobre los cabios y rellenar de mortero.

“El uso de un mortero más espeso convierte el encofrado en inútil salvo en caso de fuerte pendiente”.



(Vertido del piñón)



(Se controla y analiza el resultado)



(Vertido del piñón)

2.5. Relleno de las coqueras:

- Limpiar los agujeros (**Tr**) resultantes de fallos en el vertido retirando el exceso de paja.
- Rellenar los agujeros (**Tr**) con un mortero bastante más pastoso, compuesto de arena y cal que se adhiera al soporte.

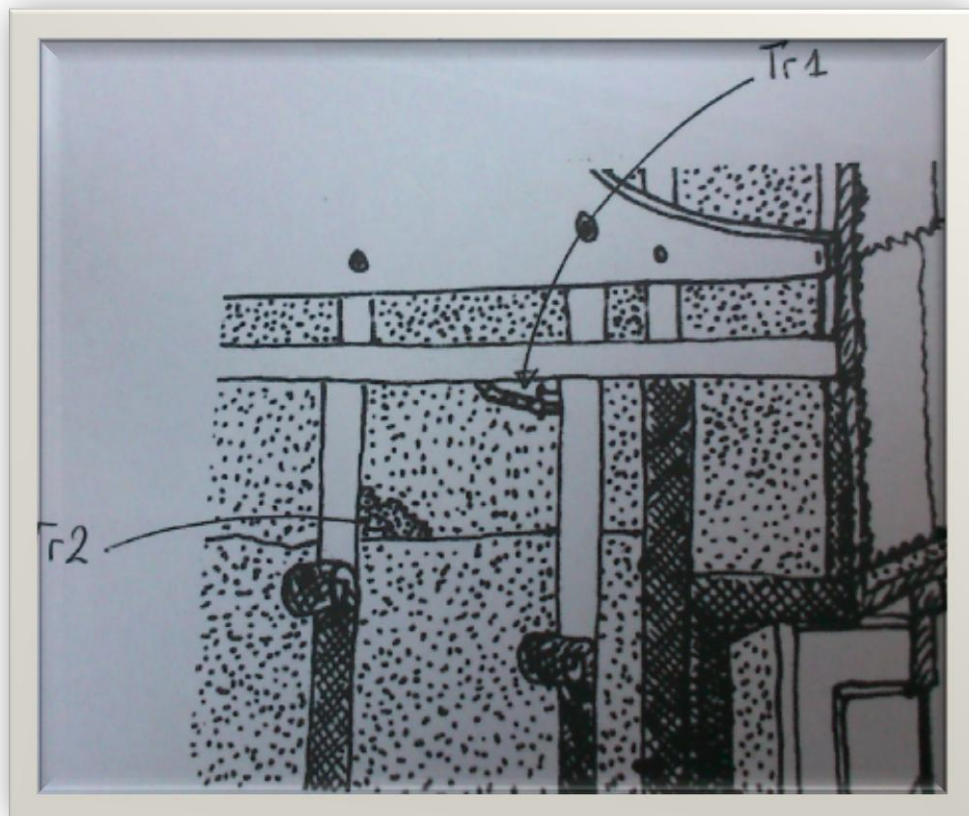
Receta del mortero de relleno:

1 parte de cal,

2 partes de arena.

Si es necesario, añadir serrín.

Añadir agua hasta conseguir una pasta bastante firme.



(Relleno de los agujeros del mortero)

2.6. Facilidades para el vertido:

- El corte de las pacas:
 - a. Para los cortes rectos, con una aguja de 60 cm de enhebrada con una cuerda de atar pacas, recoser la paca a la distancia deseada para formar dos pequeñas pacas y cortar las cuerdas de origen.
 - b. Para los cortes al bias, hacer dos pequeñas pacas utilizando la aguja, respetando un espacio de 5 cm entre las dos futuras pacas para el corte. Cortar y quitar las cuerdas de origen y a continuación dividir las con la motosierra.
- Para los lugares de difícil acceso, utilizar un pequeño tubo para verter el mortero.
- Utilizar una polea para subir los cubos a los pisos superiores.
- En el desencofrado, eliminar inmediatamente los eventuales abombamientos en el mortero rascando con una paleta o picando con una piqueta pues se eliminan mejor frescos.
- Atornillar todos los encofrados encima del lugar donde estaban fijados previamente pues la distancia entre los postes será igual y el emplazamiento de los tornillos también la cantidad de recortes del encofrado a efectuar.

“Cambiar regularmente los tornillos de los encofrados tras 3-4 usos, pues se deteriorarán rápidamente”.



(Desencofrado de las paredes)

➤ Ejecución de cubierta y revestimientos:

1. Cubierta:

Colocación de los rastreles.

- Acabar de clavar los rastreles sobre los cabios por encima de las paredes y los piñones.
- Determinar la base de las tejas, estudiando la documentación de la cubierta escogida o calculándola colocando algunas tejas o pizarras sobre el suelo.
- En cada lado de la cubierta, sobre los cabios de los extremos, marcar las señales correspondientes a la base de las tejas empezando por la cumbrera.
- Con un cordel trazador, tomar los puntos de referencia de los cabios extremos y marcar cada cabio.
- Clavar los rastreles partiendo de la base, utilizando los puntos de referencia del cordel trazador. Un clavo sobre cada cabio.
- Cada rastrel acabará y empezará sobre un cabio excepto en los extremos de la cubierta, donde podrá haber un ligero desplazamiento para adaptarse a la longitud de una línea de tejas.
- Verificar el espacio entre rastreles colocando algunas tejas sobre dos hileras.
- Colocar las tejas partiendo de la zona baja de la cumbrera y terminando en la cresta de algunas tejas de cumbrera y/o placa de zinc.
- Colocar algunas tejas de ventilación para asegurar una buena ventilación del techo.





(Primera línea de tejas con mortero de cemento)

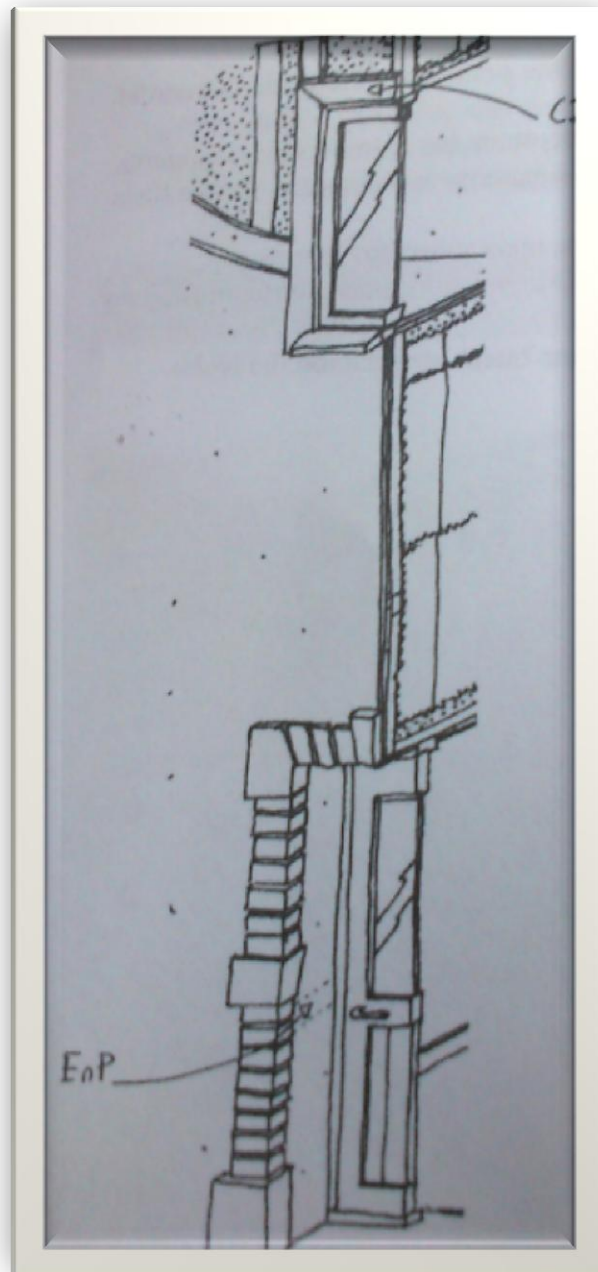
2. Marcos:

Instalar los marcos.

- Colocar los marcos antes del enlucido para mejorar el acabado, sin olvidar las juntas de aislamiento entre los marcos y el cuadro soporte de la estructura.
- Para evitar riesgos de filtraciones de agua, se deben instalar las ventanas en el borde exterior de las paredes, haciéndolas coincidir con el grosor del enlucido.
- Atornillar los marcos en los postes que forman cuadro. Se rematará con un tapa-juntas **(CJ)** en el encuentro entre el marco y la pared. Para la estanqueidad, la espuma de poliuretano puede ser sustituida por otros productos ecológicos (fibra + masilla...).
- Colocar las puertas indiferentemente en el borde, o en el interior de la pared. En este último caso prever dos travesaños a cada lado **(EnP)**.

“Si se colocan las ventanas en el grosor de la pared, prever también en este caso unos travesaños y un apoyo estanco (zinc, hormigón rico en cemento...) para evitar las filtraciones”.

“Las contraventanas pueden fijarse con bisagras atornilladas directamente en los postes o sobre el tapajuntas (CJ) alrededor de los marcos. También se puede atornillar un segund marco sobre el de la ventana, cuyo marco recibirá las bisagras de las contraventanas”.



(Los marcos)

3. Enlucido interior y exterior con cal:

Preparación de paredes y enlucido.

“Las estaciones ideales por los enlucidos son la primavera y el otoño (temperaturas entre 5 y 25°C, humedad ambiental media...). Es preferible hacer la primera capa del enlucido con cal antes del invierno para una mejor protección de las paredes”.

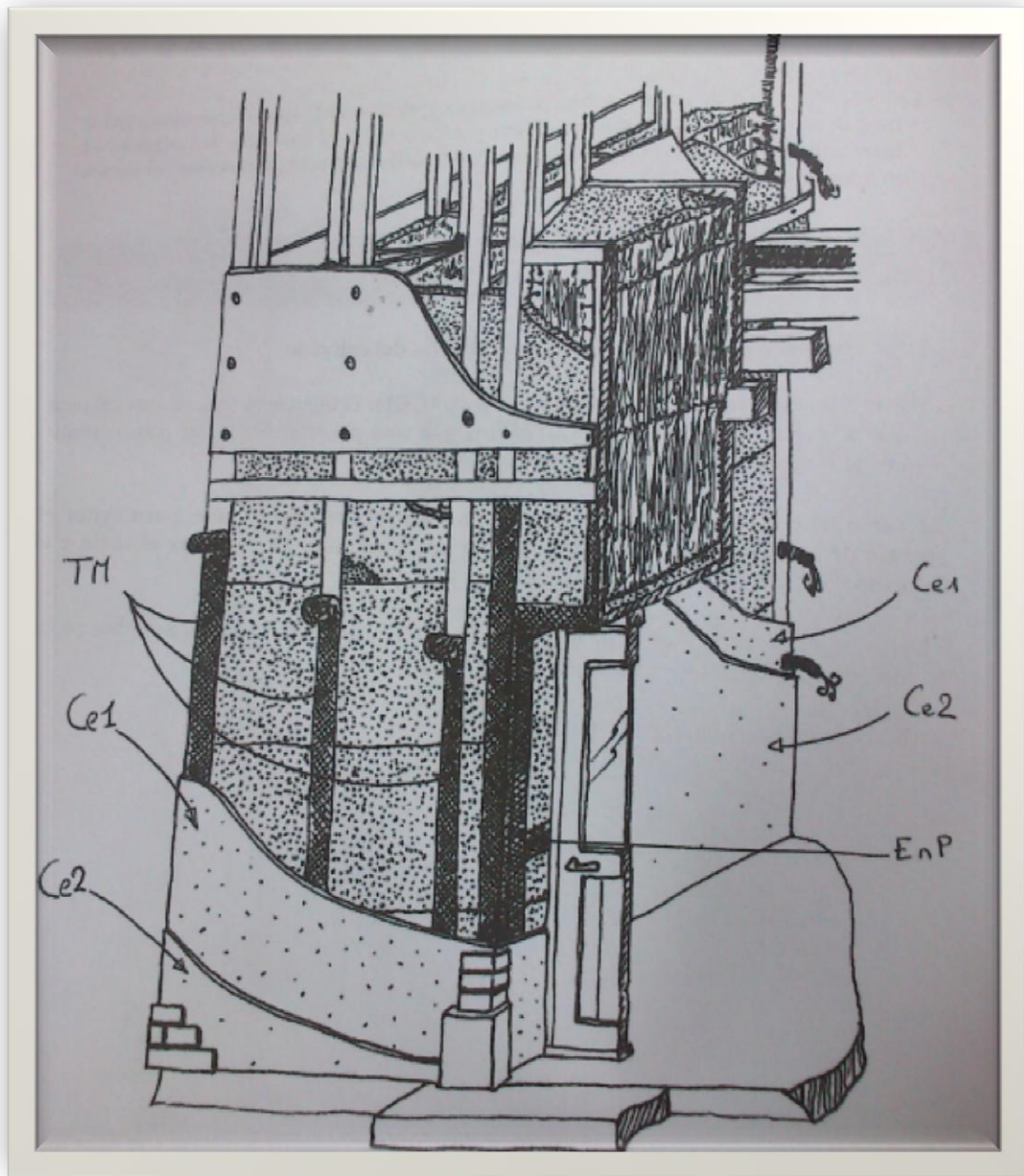
- Colocar una malla de revoco sobre la madera expuesta TM (postes, viguetas, extremos de las vigas...) sobresaliendo 5 cm por cada lado. El enlucido de cal no se adhiere sobre la madera, sin la malla de revoco podrían aparecer grietas entre el cemento y los postes.

“Si escogiéramos una malla metálica podrían aparecer grietas en el enlucido a causa de oxidación. El uso de fibras vegetales (yute, caña o sisal) sólo es posible en el interior”.

- Dejar de secar las paredes al menos una semana antes del enlucido.
- Dar la primera capa de adherencia del enlucido **(CE1)**. Esta mezcla será rica en cal para que se pegue bien al soporte. La consistencia será plástica. No alisar para permitir que la capa definitiva se adhiera bien a la pared.

“El endurecido exterior no debe estar en contacto con el suelo para evitar el ascenso de humedad por capilaridad, dejar como mínimo 10 cm entre el suelo y el enlucido”.

- Dar la segunda capa de enlucido, el acabado **(CE2)**. Esta mezcla será más pobre en cal porque si es muy concentrada, podría agrietarse.
- Alisar con cal y esponja, llana, paleta, cepillo...



(Malla de revocos y enlucidos)

Dosificación de los endurecidos de cal		
Dosificación	Cal aérea	Cal hidráulica NHL
Primera capa de 1 cm de grueso	6 partes de cal 10 partes de arena (0-5 mm)	5 partes de cal 10 partes de arena (0-5 mm)
Acabado 0,5 - 1 cm	4 partes de cal 10 partes de arena (0-2 mm)	3 partes de cal 10 partes de arena (0-2mm)

Consejos para los enlucidos de cal:

- Mojar el soporte para permitir un buen agarre y evitar un secado demasiado rápido (riesgo de grietas).
- Escoger la temporada y la situación climática al momento de enlucir.
- Dejar para aproximadamente 24 h entre cada capa.
- Limpiar las herramientas empleadas y el lugar de obra al final del día. La cal deja rastros difíciles de quitar una vez secas.

“Cuidado con la cal, ya que mancha la madera”.



(Colocación de la malla de revoco)



(Primera capa de enlucido de cal)



(Acabado del enlucido)

4. Acabados y variantes:

Lechada de cal, ladrillos de cara vista, encuadre de ventanas y otras variantes.

- Para una pared más blanca, tanto en el interior como en el exterior, pasar una lechada de cal.

Receta de la lechada de cal.

1 parte de cal por cada 2 o 3 de agua.

Añadir :

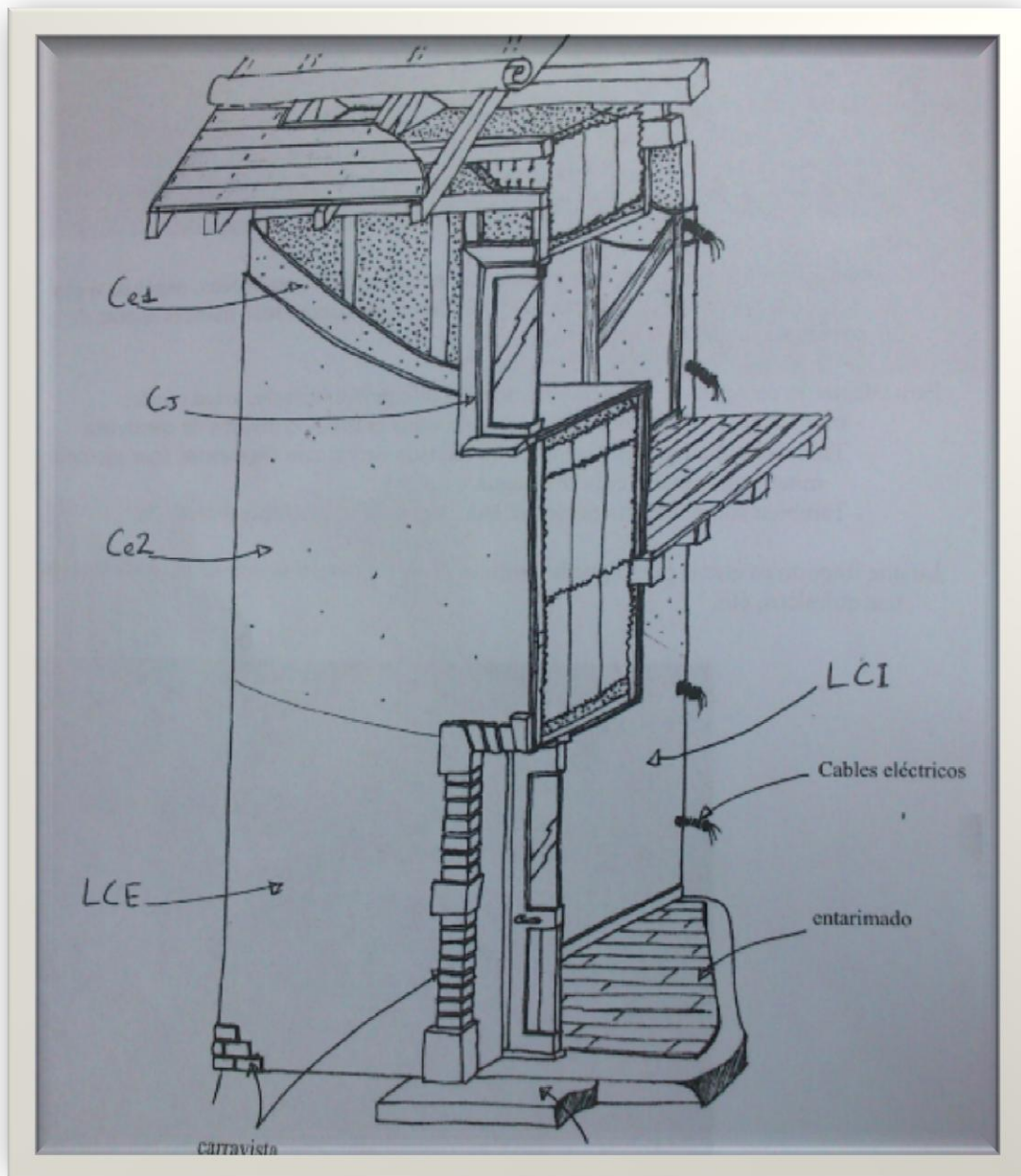
- Un puñado de sal por cada 2 o 3 litros de agua para favorecer su penetración.
- 25 o 50 gramos de cola de empapelar por cada cubo de agua.

- La consistencia debe ser como la pintura. Se puede aplicar con brocha, espátula o pincel, según su consistencia.
- Para adaptar la construcción a la arquitectura local o personalizada podemos:
 - o Insertar antes del enlucido del acabado unos ladrillos o piedras de cara vista.
 - o Tintar el enlucido del acabado o lechada de cal con pigmentos (por ejemplo: mitad cal, mitad arcilla fina, agua y látex).
 - o También son posibles: guijarros, ladrillos, piedra, machihembrado...

Lo que importa es que la pared pueda respirar. Nada de revestimiento de plástico, o revocos químicos...



(Acabado con
Machihembrado)



(Enlucidos y acabados)

❖ Conclusión.

Ciertos aspectos de la construcción no han sido probados, como la instalación de un ojo de buey, bóvedas, arcos... No es que sea problemático, si no que habría que dar solución a una serie de requerimientos no probados con esta técnica.

Se debe siempre buscar la solución que le permita contener la paja en un cajón de mortero de cal protector y transpirable.

La ejecución debe ser fácil para la estructura y el vertido.


Todo ello contribuye a la longevidad del aislamiento de la paja, a la perdurabilidad de la construcción y a la calidad del medio ambiente.

❖ Aportaciones necesarias para mejora del conjunto.

- **Circuito eléctrico:** Me parece innecesario alojar las instalaciones eléctricas dentro de las fachadas de esta construcción, pues aunque vaya tratada no me convence la idea de esta, pudiendo instalarlas en un falso techo o derivaciones.
- **Puentes térmicos:** Debido a la compleja colocación del aislamiento de esta técnica en cubierta (cabios), aunque la madera actuará como aislante en este caso.*

* (<http://www.infomadera.net>) información de Humberto Álvarez Noves.

(Toda la documentación aportada en este capítulo esta recapitulada en la página arquitectura-y-paja.org)



Estudio de la actividad aislante y confort ambiental:

❖ Estudio de la actividad aislante de la paja

Para una bala de paja, hay diferentes valores de coeficiente de conductividad térmica. Los valores oscilan entre 0,0337 y 0,086 W/m k.

Según varios ensayos realizados en diferentes países centroeuropeos, se considera que la bala de paja, con una densidad de 100kg/m² tiene un coeficiente de conductividad térmica = **0,045 W/m K.**

<u>Material</u>	<u>W/m.K</u>
Aire	0,02
Fibra de Vidrio	0,03 - 0,07
Corcho	0,04 - 0,30
Paja	0,045
Madera	0,13
Agua	0,58
Ladrillo	0,80
Acero	47,00 - 58,00
Aluminio	209,30
Oro	308,20
Cobre	372,10 - 385,20
Plata	406,10 - 418,70

(TABLA COMPARATIVA: Coeficiente de conductividad térmica)Aportación de Arquitectura y paja.org.

Como vemos en esta tabla, la paja, el aire estanco, el corcho, la fibra de vidrio con un coeficiente bajo son muy buenos aislantes térmicos.

Cuando un material tiene una elevada resistencia térmica, significa que es un buen aislamiento térmico y el valor es inversamente proporcional a la conductividad térmica.

Se puede deducir de esto, que una pared GREB emplea una paca de paja de unos 38 cm de grueso. Y el aislamiento que esto supone tiene un equivalente:

- 18 cm de poliuretano.
- 25 cm de lana de vidrio o roca.
- 30 cm de poliestireno expandido.
- 75 cm de madera ligera.
- 100 cm de thermo-arcilla.
- 140 cm de madera pesada.
- 660 cm de bloques 20x20x50.
- 1080 cm de hormigón.

➤ Demostración de la resistencia térmica:

$$R.t = e/\lambda$$

Terminología:

- R.t: Resistencia térmica.
- E: Espesor.
- λ : Coeficiente de conductividad térmica.

La paja	0.42/0.045	9.333 m ² K/w.
El hormigón*	0.42/1.2	0.35 m ² K/w.

Por lo tanto para calcular el espesor necesario que debería tener el hormigón para igualar a la paja en sus propiedades aislantes:

$$9.33 = x/1.2 \text{-----} x = \underline{\underline{11.16 \text{ m.}}}$$

*Hormigón de densidad 1900 Kg/m³.

“Apreciamos que la paja se comporta aislantemente alrededor de los 12.0 m de hormigón como aportamos en las premisas”.

(Aportación de la Norma Básica de la edificación: NBE-CT79)

“Premisa cumplida”

❖ Energía térmica para climatización

➤ Coeficiente de pérdidas UA

1. Pérdidas por cerramientos:

La capacidad de un edificio para propiciar o impedir la transmisión de energía a través de sus cerramientos (opacos, translucidos o transparentes), principalmente por conducción / convección, es función de la resistencia térmica de los mismos.

El coeficiente global de pérdidas por cerramientos KG permite caracterizar térmicamente y de forma global los cerramientos que componen un edificio. Es simplemente la media ponderada de los coeficientes de transmisión de calor de los diferentes cerramientos. El valor calculado para la vivienda es:

“Coeficiente Global de pérdidas por cerramientos”

$$KG = 0.09 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$$

(Dato aportado del generador de la base de datos de LIDER, “Fachada”)

El Código Técnico de la Edificación (CTE) no define ningún coeficiente global de transferencia de calor de un edificio. Los valores de KG autorizados por la Norma Básica de la Edificación NBE-CT79 se pueden consultar en esta Norma Básica. Puede observarse que en la zona climática de Blanca “Murcia” (zona C2) el valor máximo admitido asciende a $0.73 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$, netamente superior al valor obtenido para la vivienda. Multiplicando el factor KG por el área total de cerramientos.

(AG = 120.30 m^2) se obtiene el factor de pérdidas por cerramientos de la vivienda:

Terminología:

- o UAC: Factor de pérdidas por cerramientos
- o AG: Área total de cerramientos
- o KG: Coeficiente global de pérdidas por cerramientos

“Factor de pérdidas por cerramientos”

$$UAC = AG \times KG = 120,30 \times 0,09 = 10.83 \text{ W/K.}$$

(Aportación de referencia: DB_HE_abril_2009.)

2. Pérdidas por ventilación:

Es necesario renovar el aire interior en primer lugar porque la respiración humana (o vegetal por la noche) disminuye la cantidad de oxígeno disponible, aumentando la cantidad de dióxido de carbono y de humedad. Asimismo, la actividad humana genera humedad, que se condensa sobre las paredes frías favoreciendo la aparición de moho, y también gases u olores (cocina, chimenea) que conviene evacuar. Por último, el aire interior se carga fácilmente con partículas, gases y microbios, virus, etc. particularmente en aseos, cocinas o cuartos de baño.

Los requerimientos de confort higiénico exigen por lo tanto una renovación determinada del volumen de aire existente.

Para garantizar la renovación del aire interior, el CTE (Sección HS3 - Calidad del aire interior) define caudales mínimos de extracción de aire viciado y de aportación de aire fresco. El cálculo del caudal de aire de ventilación requerido por el CTE aparece detallado en la Tabla 2.1.

(Aportación de referencia: DB_HS" SALUBRIDAD")

Consumo de ventilación mínimo según CTE - Sección HS3 (l/s)						Caudal mínimo (l/s)
Zona habitable	Superficie (m2)	Por ocupante	Nº ocupantes	Por m2	Otros	
Dormitorios	-	5	6	-	-	30
Sala de estar / Comedor	-	3	6	-	-	18
Aseo / Baño	-	-	-	-	15(**)	30
Cocina	11.97	-	-	2(*)	50(**)	23.94(*)
Trastero	4.05	-	-	0,7	-	-
Garaje	-	-	-	-	120(**)	-
Almacén de residuos	-	-	-	10	-	-
Total						53.94

* En cocinas con sistema de cocción por combustión o dotadas de calderas no estancas: +8 l/s.

** Extracción (por local)

(Caudal de ventilación según la CTE)

La ventilación, ya sea natural o forzada y en función de la época del año, implica ganancias o pérdidas, al ser un caudal de aire a una temperatura diferente a la del ambiente interior. Este intercambio de calor se expresa como:

Terminología:

- o U_{av} : Coeficiente global de pérdidas por ventilación
- o m_{aire} : caudal de aire de ventilación (53.94 l/s)
- o P_{aire} : densidad del aire (1.2 kg/m³)
- o C_p : capacidad calorífica del aire (1 kJ/kg.K)

“Coeficiente global de pérdidas por ventilación”

$$U_{AV} = m_{aire} \times P_{aire} \times C_p$$

$$U_{AV} = 53.94 \times 1.2 \times 1 = 64.73 \text{ W/K}$$

(Aportación de referencia: DB_HE_abril_2009” AHORRO DE ENERGÍA”)

3. Pérdidas por filtración:

Las pérdidas por filtración provienen del aire que filtra a través del sellado de la vivienda, esencialmente a través de las juntas de puertas y ventanas, debido a la diferencia de presiones entre ambientes interior y exterior. Los caudales de filtración son muy poco exactos la mayoría de las veces, por lo que el cálculo de la carga térmica debida a filtraciones puede ser muy impreciso y a la vez muy substancial. Por este motivo, al construir la vivienda deberá hacerse especial hincapié en el sellado.

El coeficiente global de pérdidas por filtración se ha calculado mediante la ecuación:

“Coeficiente global de pérdidas por filtración”

$$U_{Av} = m_{aire} \times P_{aire} \times C_p$$

Asumiendo el cumplimiento del estándar PassivHaus, que especifica como criterio de sellado de viviendas un caudal de aire por filtración inferior a 0.6 volúmenes por hora con 50Pa de sobre-presión.

$$U_{AF} = 64.73 \times 0.6 = 38.84 \text{ W/K}$$

(Aportación de referencia: DB_HE_abril_2009” AHORRO DE ENERGÍA”)

4. Coeficiente global de pérdidas UA:

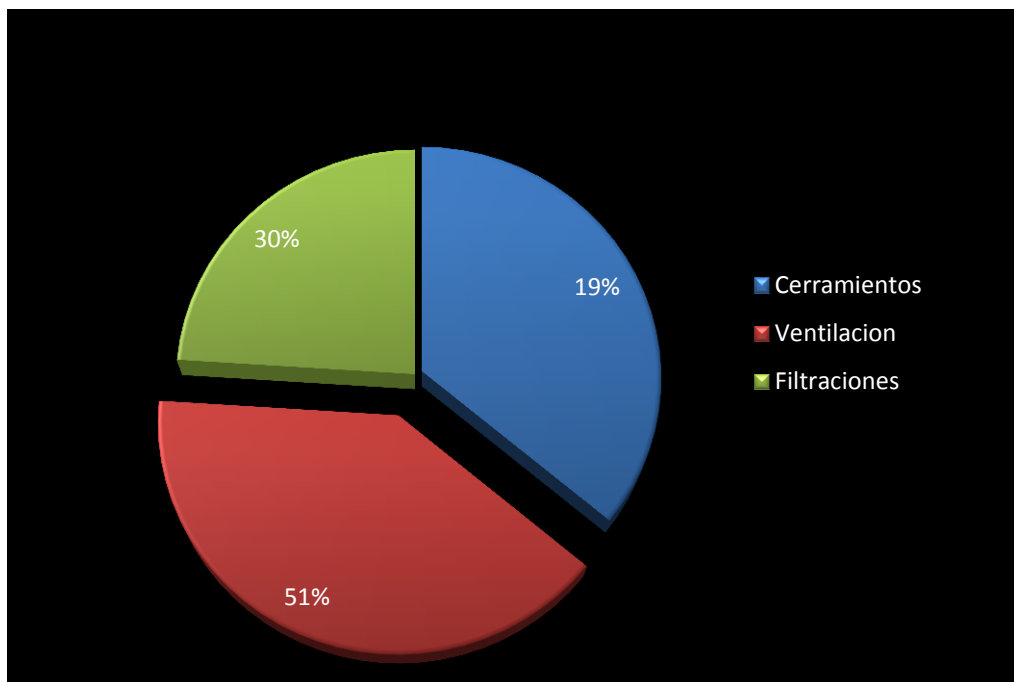
Se obtiene el coeficiente global de pérdidas de la vivienda.

“Coeficiente global de perdidas”

$$UA = UAC + UAV + UAF$$

$$UA = 23.82 + 64.73 + 38.84 = 114.39 \text{ W/K}$$

5. Gráfico de representación de pérdidas:



(Gráfico de elaboración propia)

“DOCUMENTACIÓN”: NBE-CT-79_Condiciones térmicas en los edificios.

“DOCUMENTACIÓN”: DB_HE_Abril_2009“Ahorro de energía”.

“DOCUMENTACIÓN”: DB_HS_Octubre_2007”Salubridad”.

➤ Aporte térmico del Pozo canadiense

1. Concepto:

El “pozo canadiense” es sencillamente un intercambiador tierra-aire, que utiliza el subsuelo para el calentamiento y enfriamiento de una corriente de aire que circula a través de tubos enterrados para tal propósito, contribuyendo a aumentar la temperatura del aire que ingresa en los edificios en invierno, y reduciéndola en verano.

Este sistema permite compensar de manera notable la pérdida de calor inducida por los caudales de ventilación impuestos por el CTE. En verano, permite reducir la temperatura máxima en algunos grados. El sistema debe ser desactivado durante las temporadas medias, con el fin de no enfriar la casa de manera indeseada.



(Foto aportada de www.arquitectura-y-paja.org)



(Foto aportada de www.arquitectura-y-paja.org)

Las ventajas del pozo canadiense son numerosas. Requiere una inversión mucho menor que una climatización reversible convencional, especialmente si el diseño del edificio ya contempla dicha posibilidad, y por otra parte los requerimientos energéticos son completamente marginales, implicando asimismo un mantenimiento muy sobrio. Debe destacarse que el sistema es especialmente duradero y completamente sostenible y ecológico.

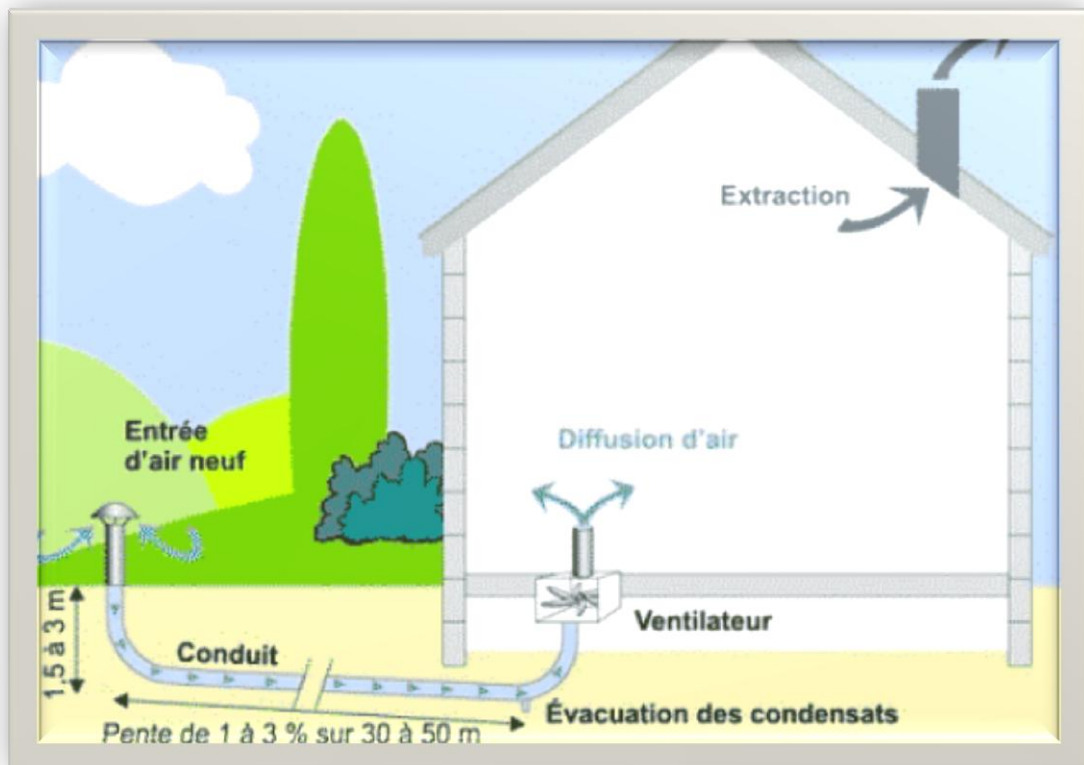
Es importante proteger la instalación contra entradas de agua, polvo, insectos y roedores, protegiendo la entrada, asegurando una correcta estanqueidad y filtrando el aire antes que penetre en la vivienda. Para evitar la proliferación de bacterias patógenas debe preverse un sistema de evacuación del agua de condensación.

Asimismo, la tubería deberá seguir una inclinación de 1~2 grados para permitir canalizar estos condensados.

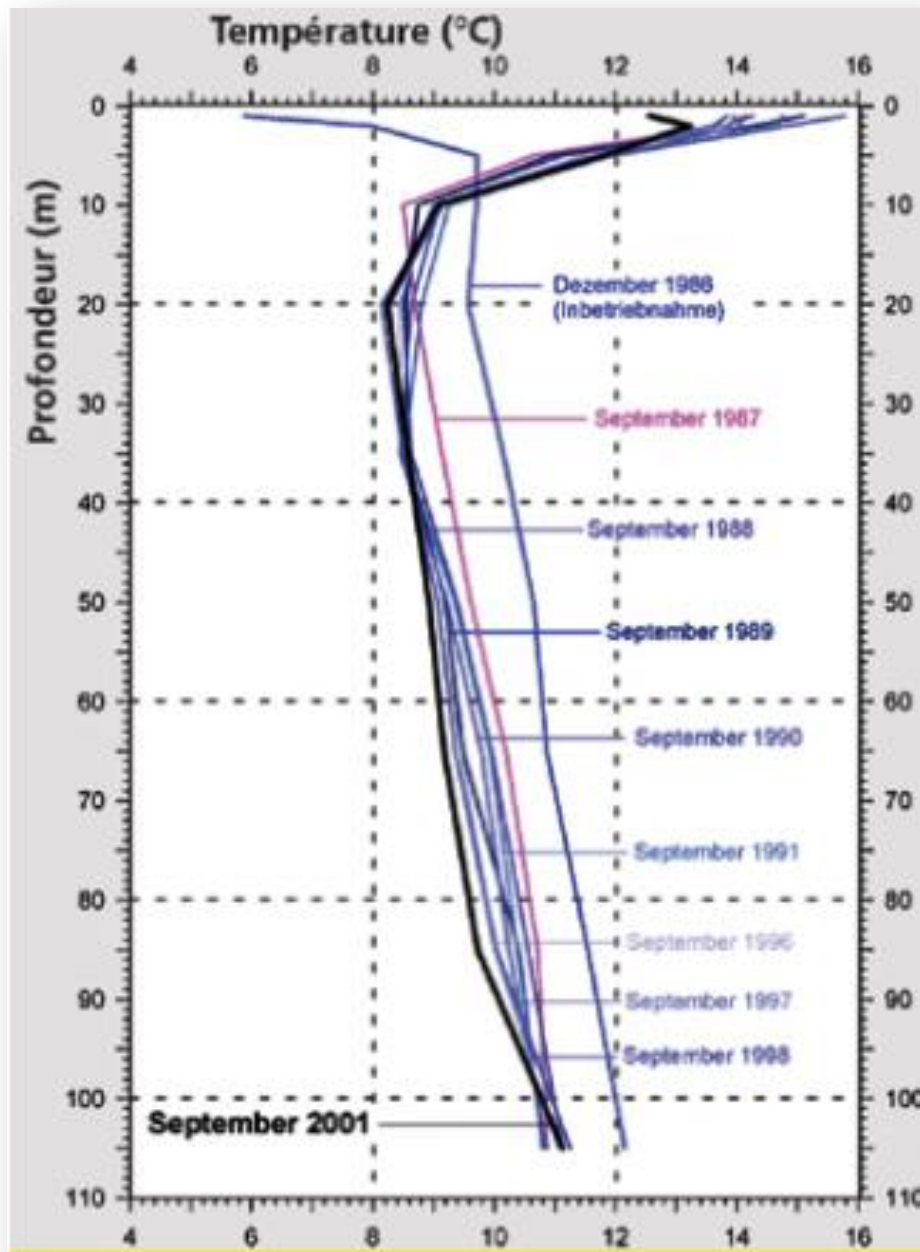


(Foto aportada de www.arquitectura-y-paja.org)

El aire entra en la vivienda a una temperatura más agradable, por lo cual necesitaremos un menor aporte energético en equipos de aire acondicionado o calefacción para estabilizar el ambiente a la temperatura deseada. El aire es propulsado por un ventilador de 200 m³/hora, que consume menos que una bombilla.



(Foto aportada de www.arquitectura-y-paja.org)



(Fuente: www.Sinergia3.com)

Esta gráfica muestra la variación de temperatura a lo largo de quince años a diversas profundidades. Demostrando uno de los grandes temores a la hora de decantarse por la geotermia, por la aprensión en cuanto a su aprovechamiento y amortización, ambos caso serán reflejados en capítulos posteriores.

2. Dimensionado de la instalación:

El dimensionado de un pozo canadiense puede ser delicado por el número de parámetros a considerar: profundidad de enterramiento, longitud, diámetro y número de tubos, caudal de ventilación, características del suelo.

A continuación se indican los principales resultados de dimensionado del pozo canadiense.

3. Tubería y ventilación:

Se define una tubería de Polietileno de 150mm de diámetro interior y de 4.3mm de espesor. El polietileno, además de su bajo coste, es de calidad alimentaria, siendo totalmente neutro para el organismo (otros materiales como el PVC pueden liberar vapores nocivos al estar sometidos a temperaturas superiores a los 30°C) y presenta una conductividad térmica razonable (el doble de la del PVC).

4. Flujo térmico:

Seguidamente se calcula la evolución de la temperatura en la tubería definida anteriormente, a diferentes profundidades y función de su longitud.

La profundidad de la zanja se fija en 2 metros, ya que a partir de esta profundidad no se observan cambios substanciales de temperatura.

De los resultados anteriores se deduce el flujo térmico aportado por el pozo canadiense a lo largo del año.

Flujo térmico a través del poco Canadiense

	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Flujo térmico (W)	436	455	296	44	-222	-418	-484	-399	-189	80	324	466

(Datos obtenidos de un estudio canadiense, aportación de Arquitectura y paja.org)

En los meses más fríos el pozo canadiense se comportará como un radiador de unos 450W de potencia. Asimismo en verano, la potencia disponible para refrigeración será de unos 450W. Hay que tener en cuenta que la potencia eléctrica consumida para el funcionamiento de la instalación apenas será de 5W.

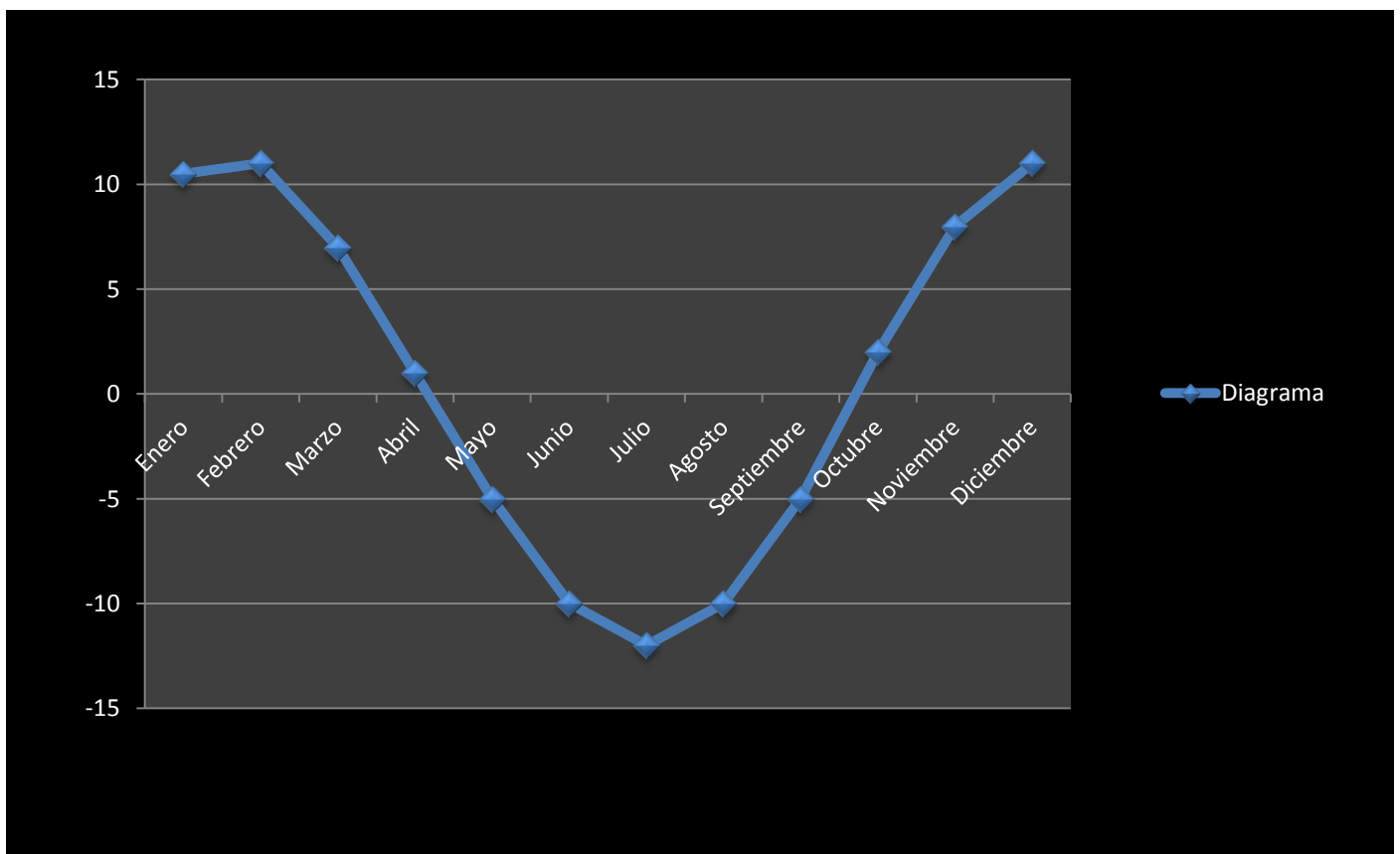
5. Ganancia térmica:

Finalmente a partir del flujo térmico se obtiene la ganancia térmica aportada por el pozo canadiense, en los días de ocupación

Ganancia térmica diaria del pozo Canadiense

	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Ganancia térmica (KW/d)	10,5	11	7	1	-5	-10	-12	-10	-5	2	8	11

(Fuente propia)



(Fuente propia)

Es interesante observar que, alrededor de principios de Mayo y finales de Septiembre, el aporte térmico es negativo sin que exista necesidad de refrescar la vivienda. Al contrario, durante estos períodos puede ser necesario conservar al máximo el calor, con lo cual es recomendable interrumpir el funcionamiento del intercambiador durante estos periodos.

Por otra parte, el pozo canadiense realizará un aporte energético permanente, que permitirá en invierno, en períodos de ausencia, mantener la temperatura de la casa por encima de la temperatura exterior (y por debajo en verano).

Considerando que la inercia térmica de la casa permitirá mantener la temperatura interior de la vivienda relativamente constante a lo largo del día y la noche, y representando el pozo canadiense como una fuente térmica de potencia constante, se puede estimar el diferencial de temperatura entre la vivienda y el exterior, introduciendo el coeficiente global de pérdidas de la vivienda UA:

$$\Delta T_{PC} = P.E - P/UA$$

Terminología:

- o ΔT_{PC} : Diferencial de temperatura del Pozo Canadiense.
- o P.E-P: Potencia equivalente pozo canadiense.
- o UA: Coeficiente global de pérdidas de la vivienda.

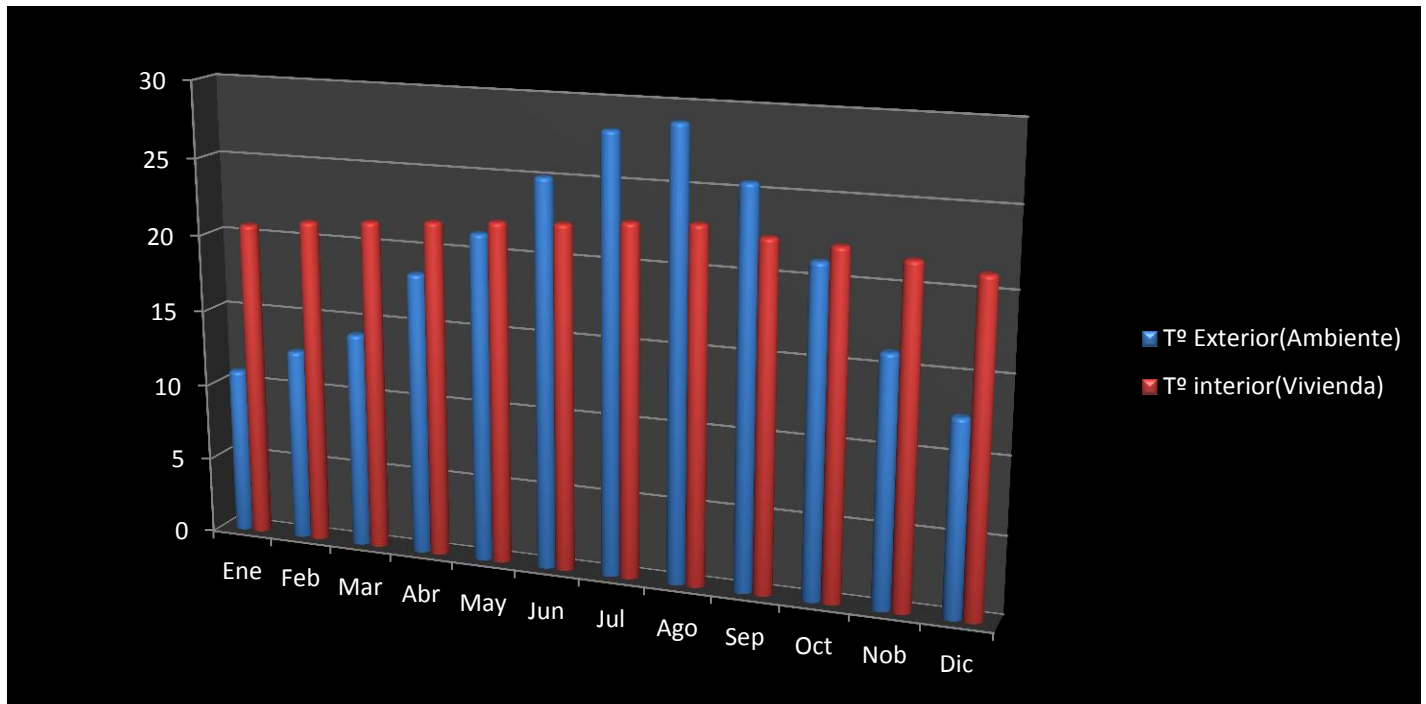
Ganancia térmica por Pozo canadiense (°C).

	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Flujo térmico (W)	436	455	296	44	-222	-418	-484	-399	-189	80	324	466
ΔT	3,8	4,0	2,6	0,4	-1,9	-3,7	-4,2	-3,5	-1,7	0,7	2,8	4,1

(Fuente propia)

“Constatar que estos grados aumentan o disminuyen con respecto a la temperatura del interior de la vivienda y no a la del exterior”.

6. Gráfico de reducción de temperatura:



“Aportación de la agencia estatal de meteorología de la Región de Murcia”.

$$T^{\circ} \text{ Int} = T^{\circ} \text{ Ext} + \Delta T + \Delta T \text{ PC}$$

Terminología:

- o $T^{\circ} \text{ Int}$: Temperatura interior de la vivienda.
- o $T^{\circ} \text{ Ext}$: Temperatura exterior de la vivienda.
- o ΔT : Diferencial de temperatura exterior e interior.*
- o $\Delta T \text{ PC}$: Diferencial de temperatura del Pozo Canadiense.

* El diferencial de temperatura exterior e interior de la vivienda Greb, se ha obtenido del estudio térmico de viviendas convencionales.

“Apreciamos como la temperatura intenta aproximarse a los 20º C, temperatura de confort que aportamos en las premisas”.

“Premisa cumplida”



Estudio

comparativo

presupuestario de

una vivienda Greb

con respecto a una

convencional:

➤ **Descripción de la vivienda unifamiliar aislada convencional.**

➤ **Memoria descriptiva:**

En esta memoria se procede al desarrollo del proyecto encargado, consistente en Básico y Ejecución de VIVIENDA UNIFAMILIAR AISLADA CONVENCIONAL situado en Pol. 5 - Parc. 56. Paraje Lonque de Blanca a realizar de conformidad con lo establecido en el Código Técnico de la Edificación (CTE) R:D: 314/2006 de 17 de marzo , sus modificaciones posteriores , y demás circunstancias específicas de esta memoria y documentos restantes del mismo.

➤ **Descripción geométrica del edificio:**

Nº de plantas sobre rasante		1
Nº de plantas bajo rasante		
Nº total de plantas		1
Volumen sobre rasante (m3)		270.00
Edificabilidad	0.02 M2/m2	0.05

➤ Cuadro de superficies:

- Solar:..... 5.400 m2.

Planta Baja	Dependencia	Sup. Útil (m2)	Sup. Construida (m2)
	Salón-comedor	24.12	
	Cocina	11.59	
	Distribuidor	4.68	
	Galería	4.05	
	Dormitorio 1	8.70	
	Dormitorio 2	9.43	
	Baño 1	4.70	
	Dormitorio ppal.	10.82	
	Baño 2	3.71	
	Porche cubierto	25.05/2	
	Subtotal	94.33	107.55

➤ Documentación gráfica:

-Índice de planos:

00_ Situación.

01_ Emplazamiento.

02_ Planta Baja. Distribución y mobiliario.

03_ Planta Baja. Cotas y Superficies.

04_ Plano Saneamiento.

05_ Plano Fontanería.

06_ Plano Electricidad.

07_ Plano Cubierta.

08_ Plano Cimentación

09_ Plano Estructura.

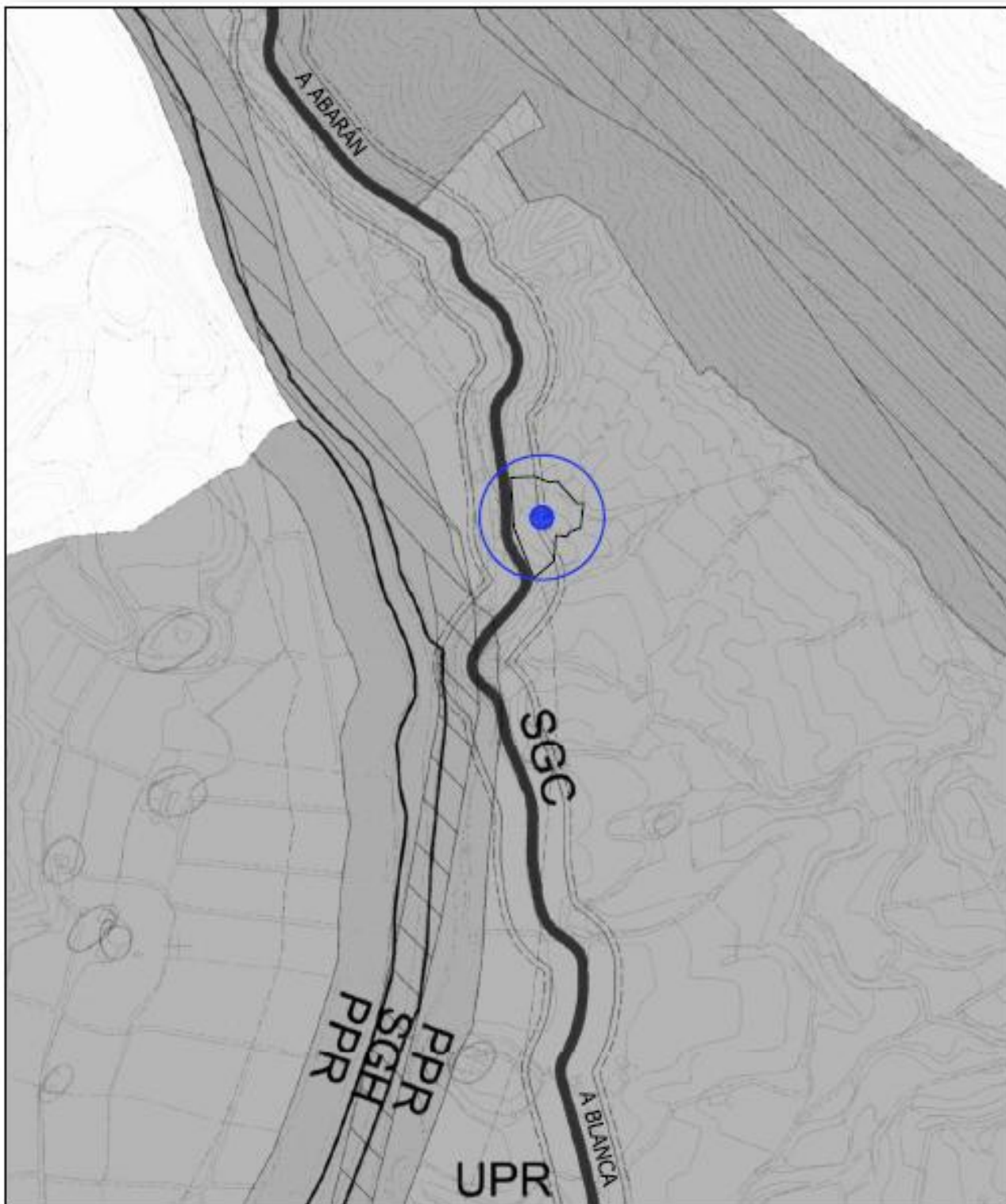
10_ Sección Constructiva.

11_ Plano Alzados.

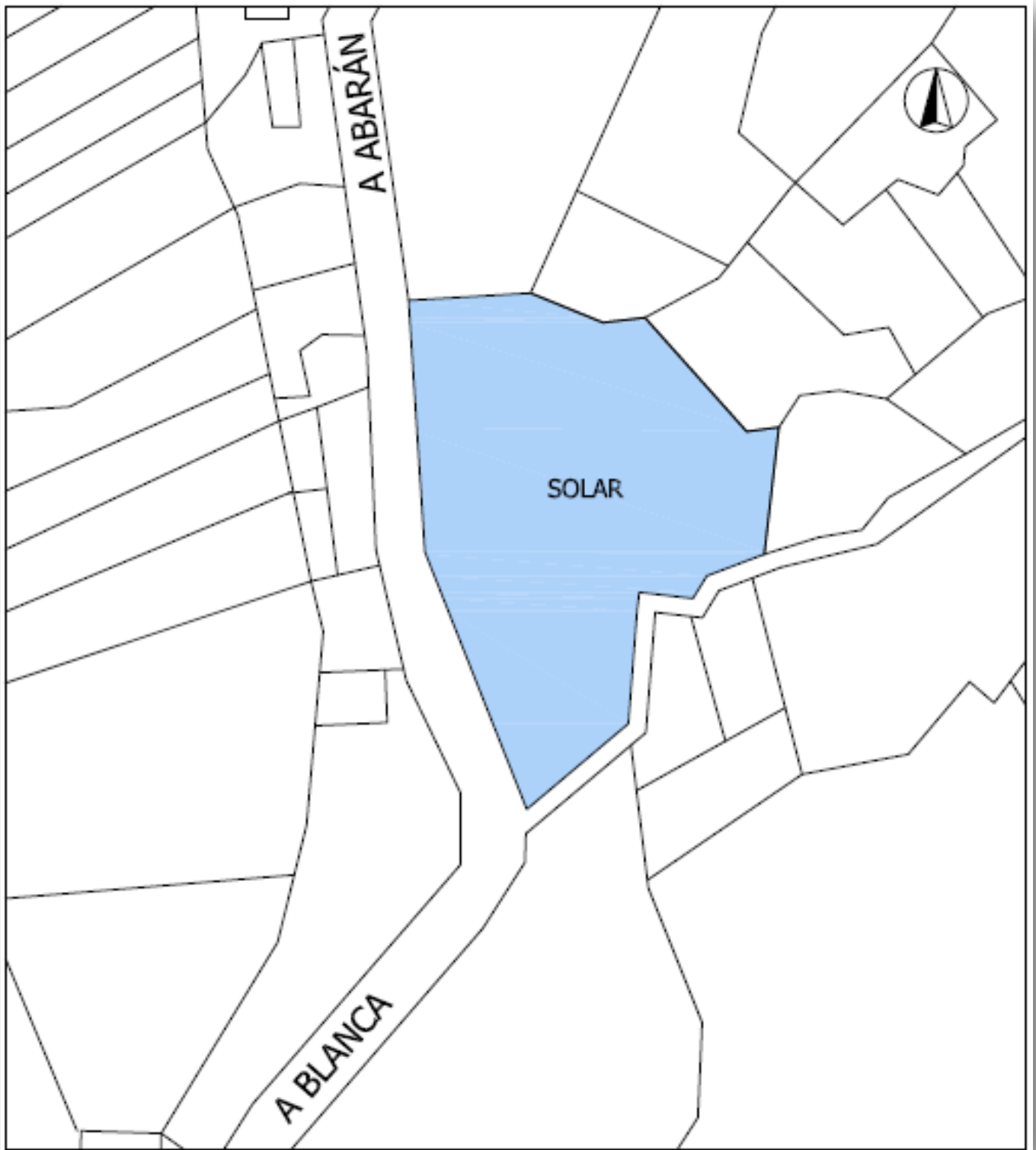
12_ Sección A-Á.

(Fuente: Proyectista redactor de este trabajo, cuya participación en el proyecto decidió permanecer en el anonimato)

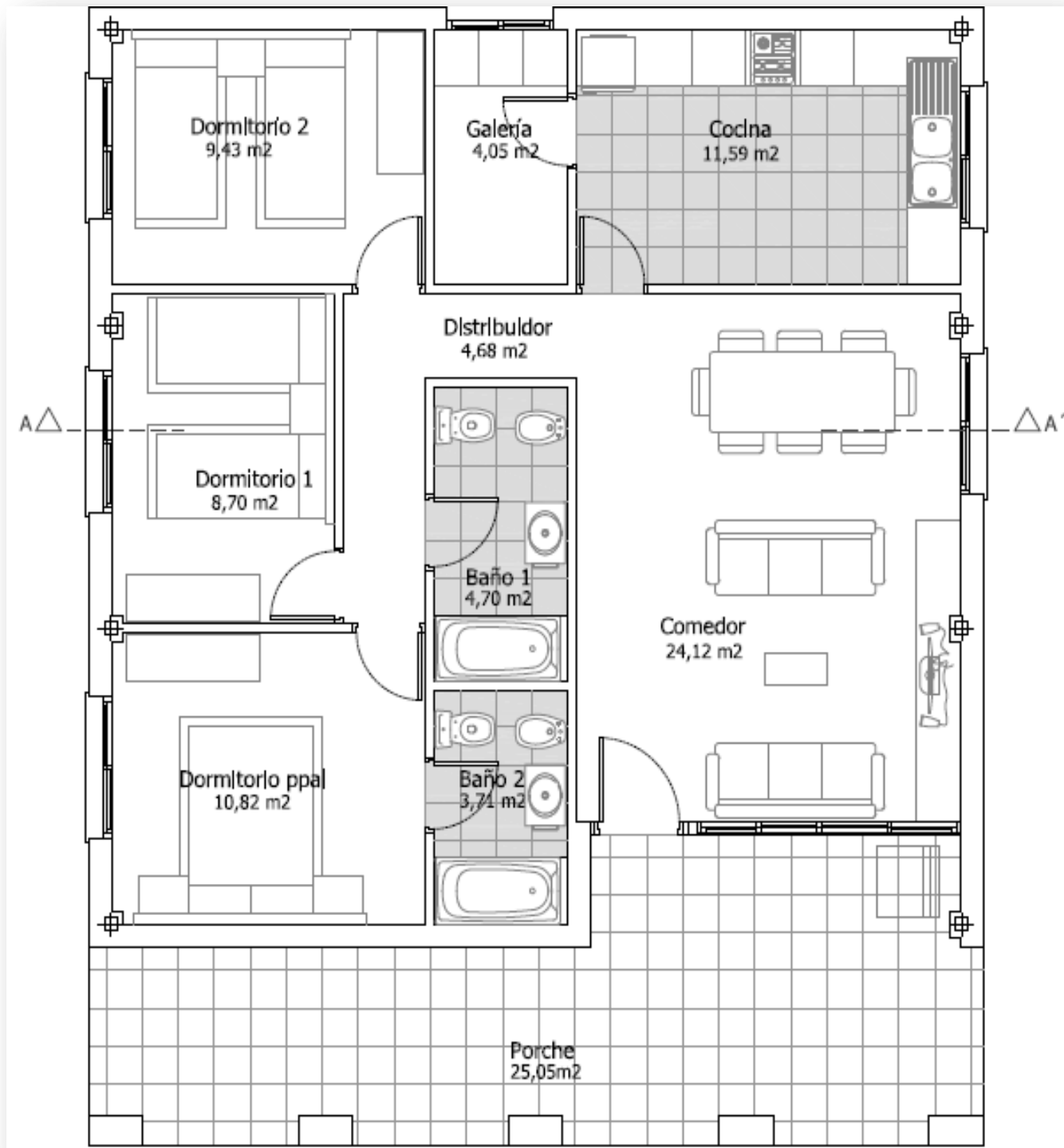
PLANO SITUACIÓN



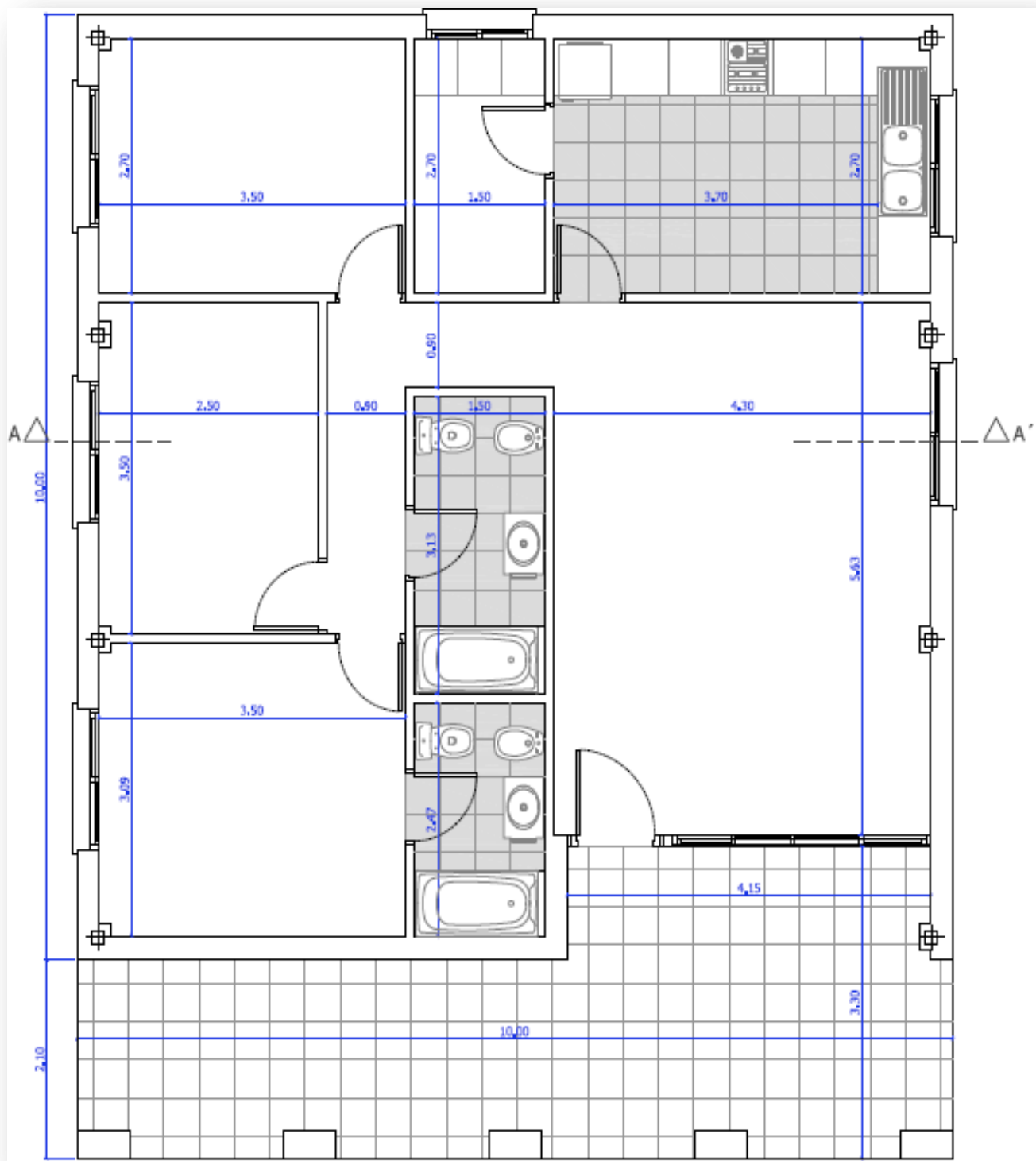
PLANO EMPLAZAMIENTO



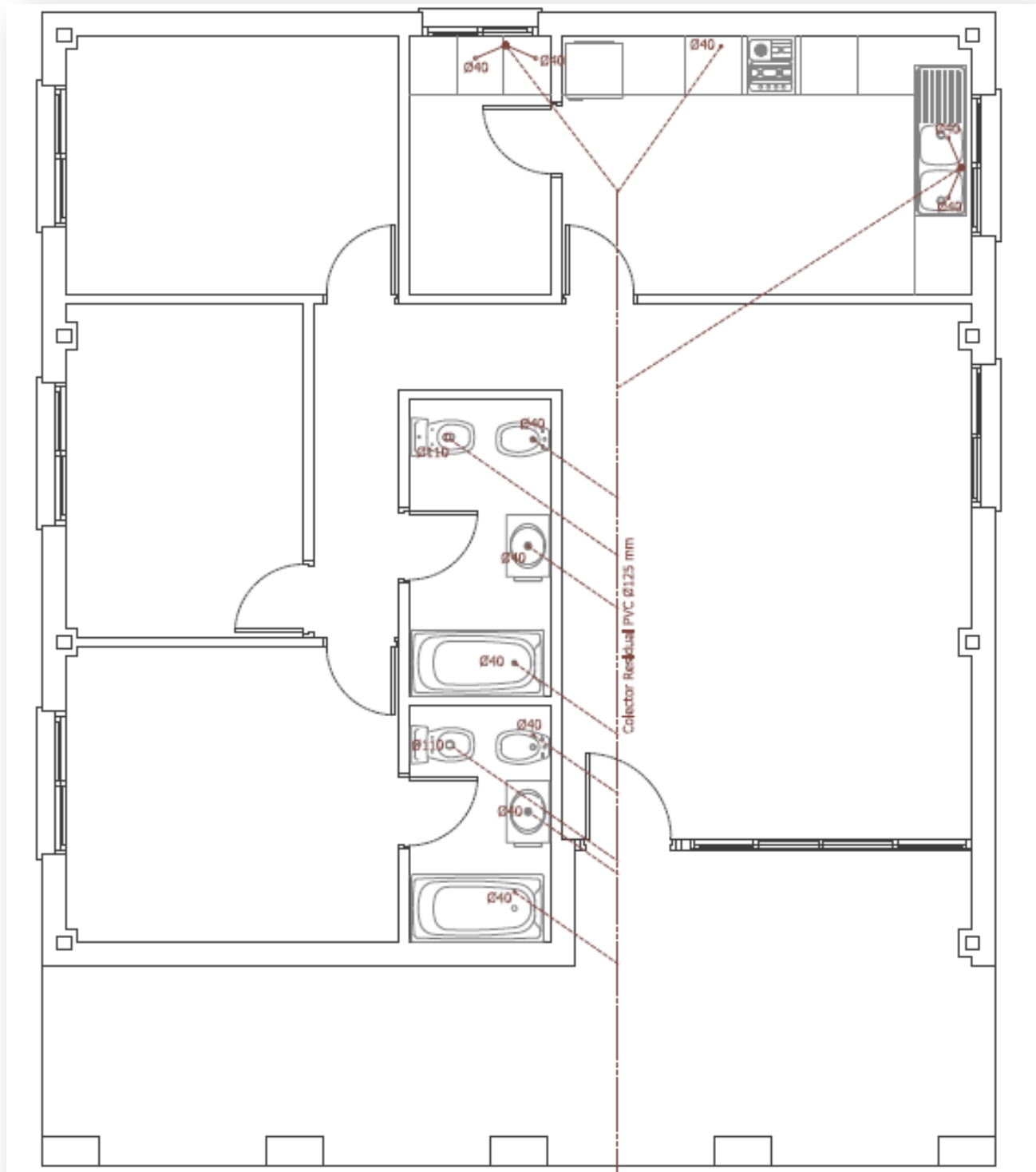
PLANO DISTRIBUCIÓN Y MOBILIARIO



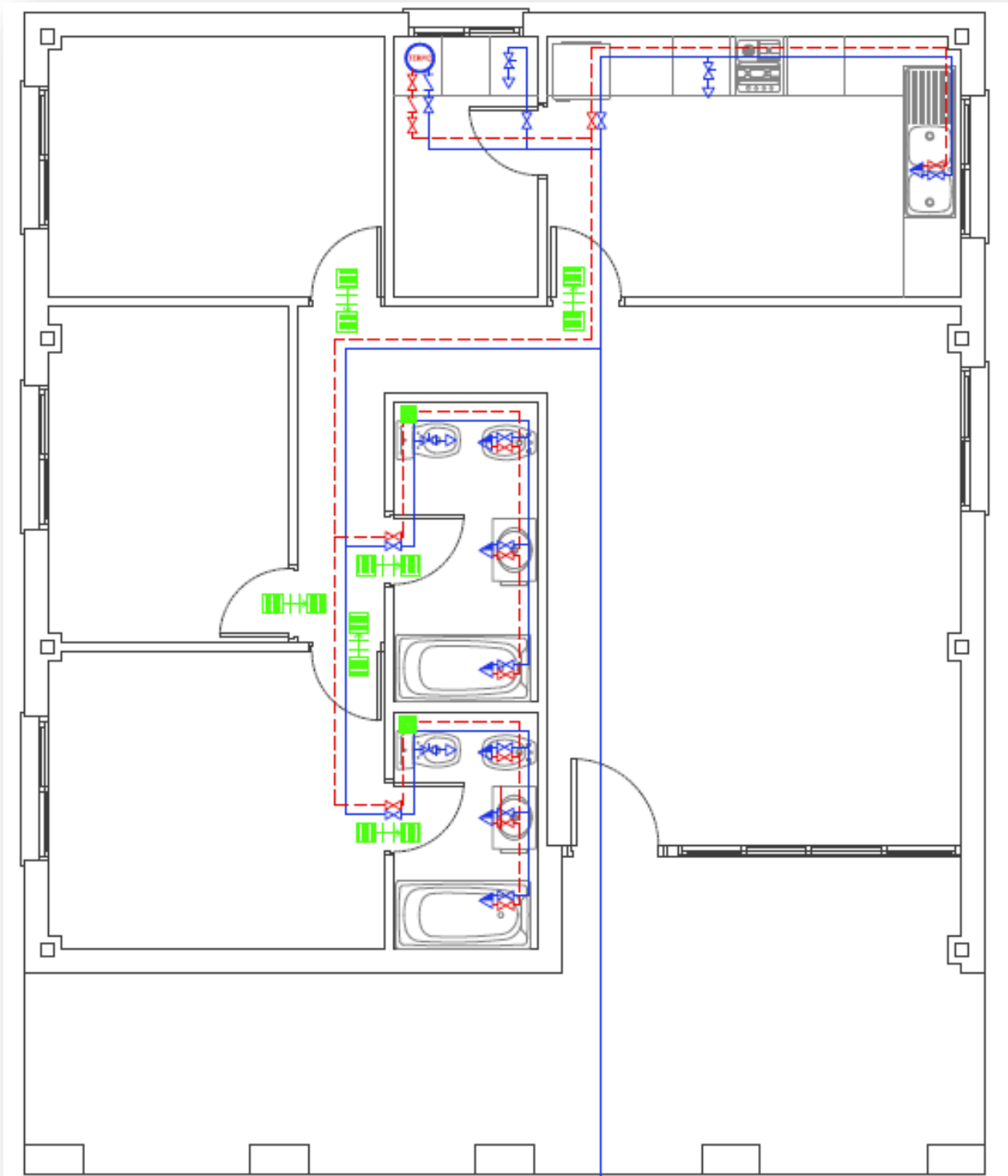
PLANO COTAS Y SUPERFICIES



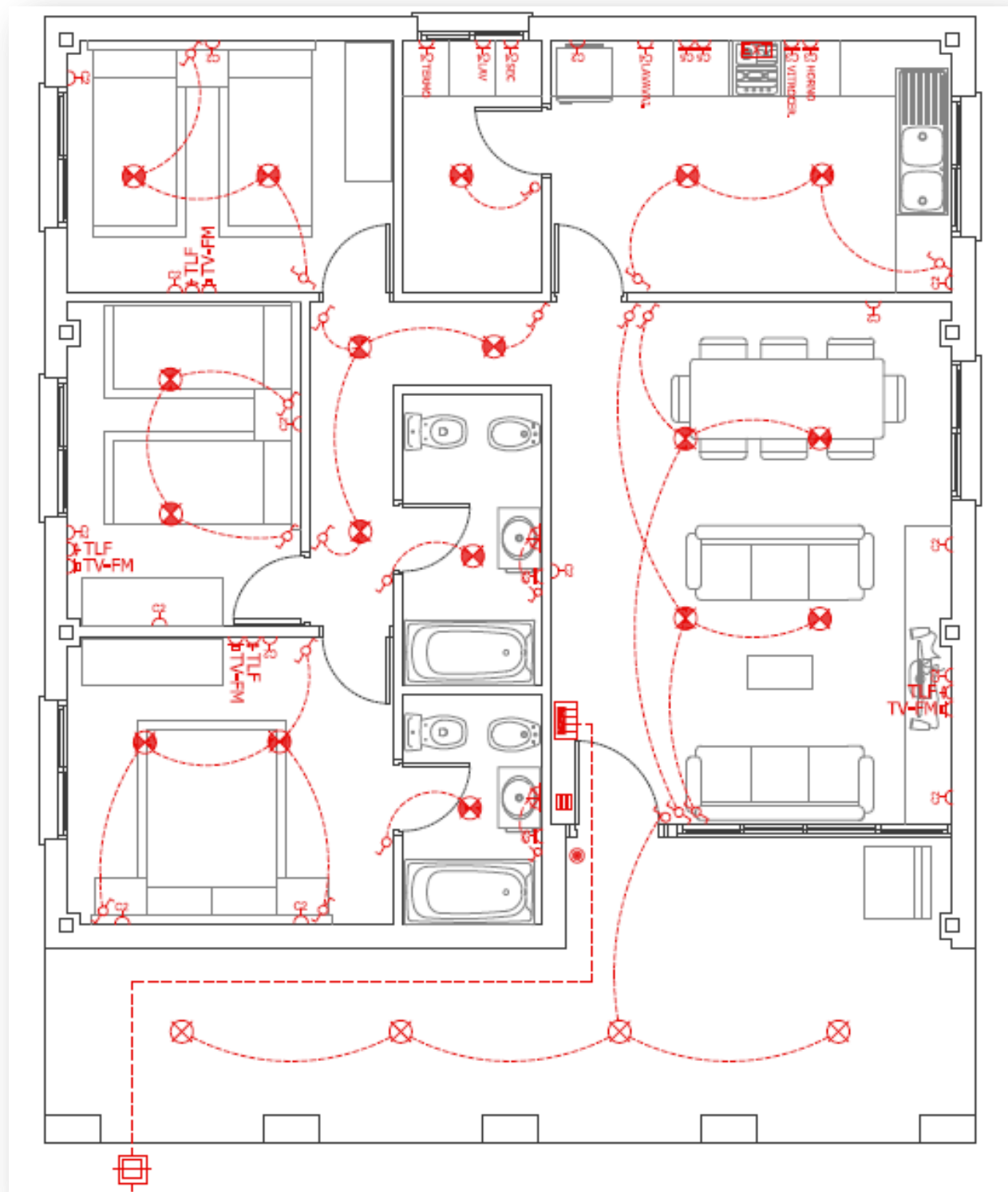
PLANO SANEAMIENTO



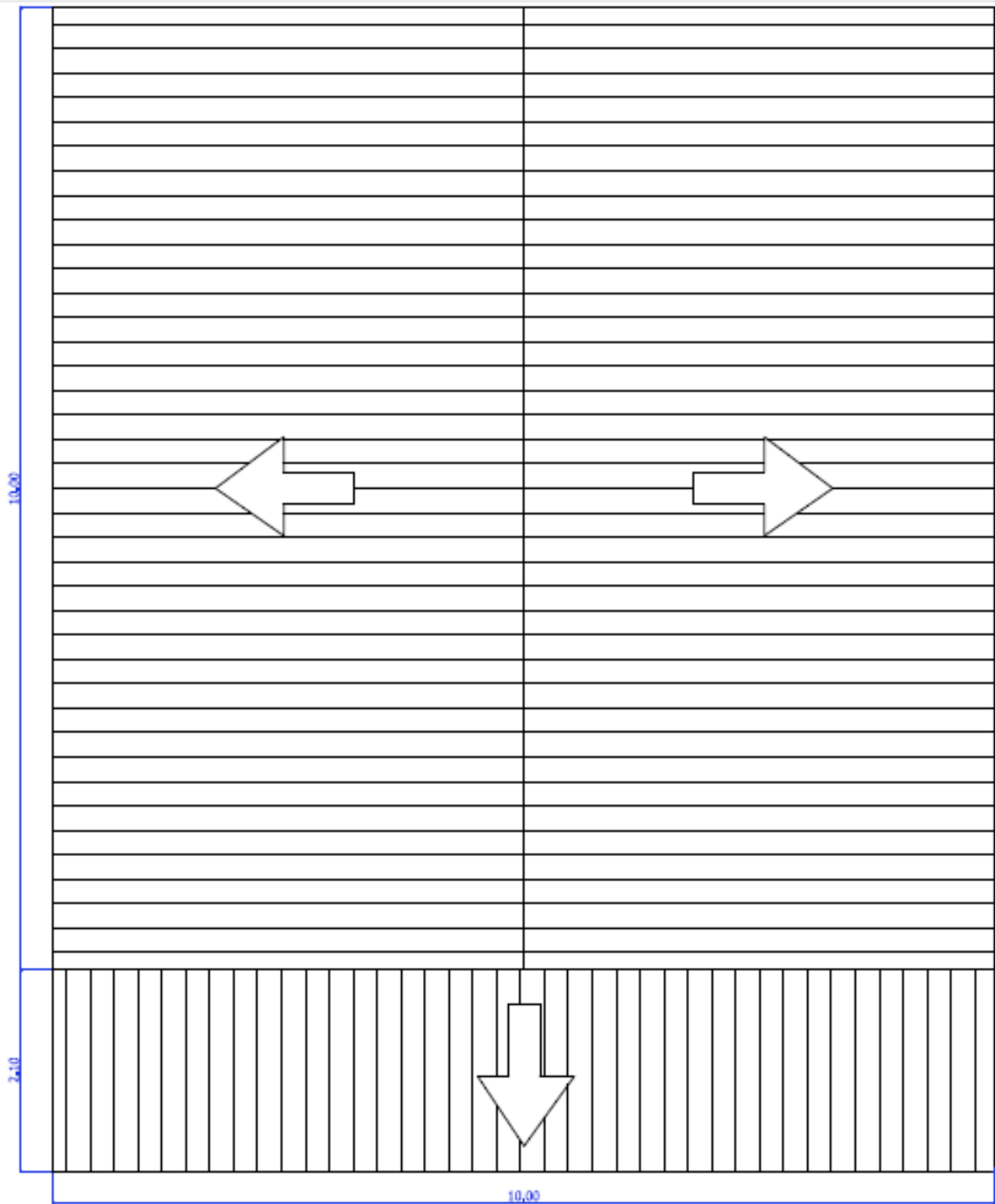
PLANO FONTANERÍA



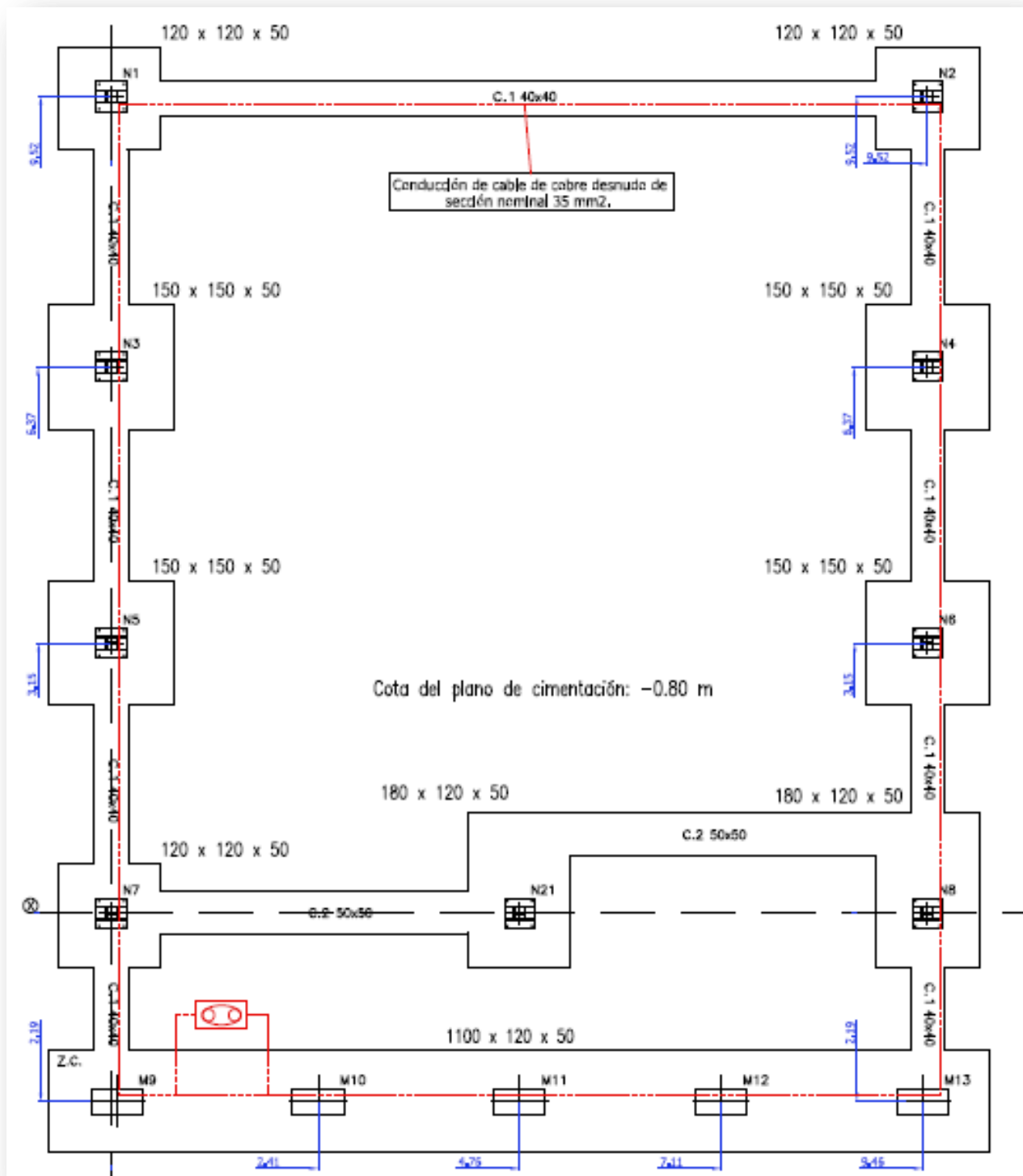
PLANO ELECTRICIDAD



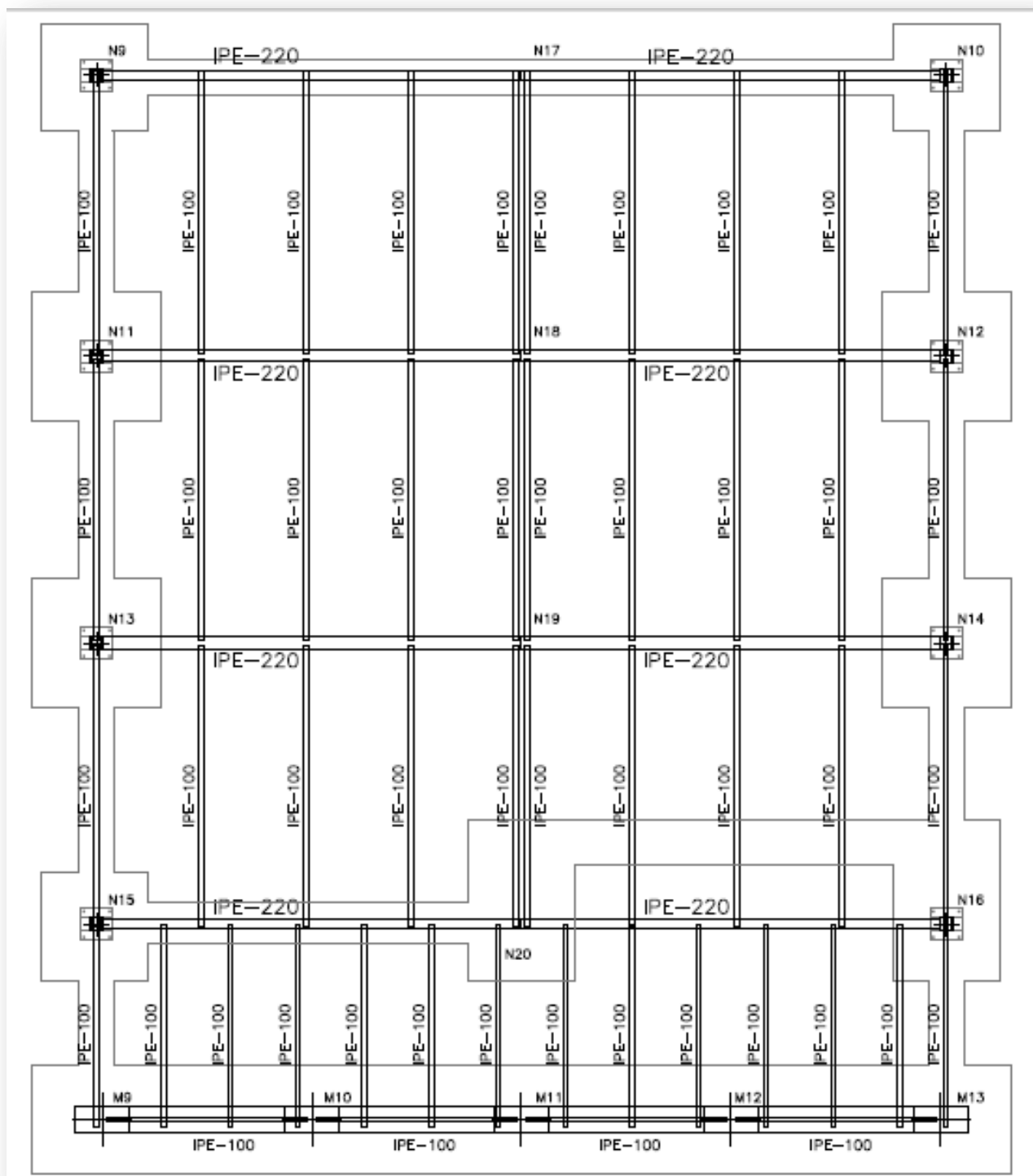
PLANO CUBIERTA



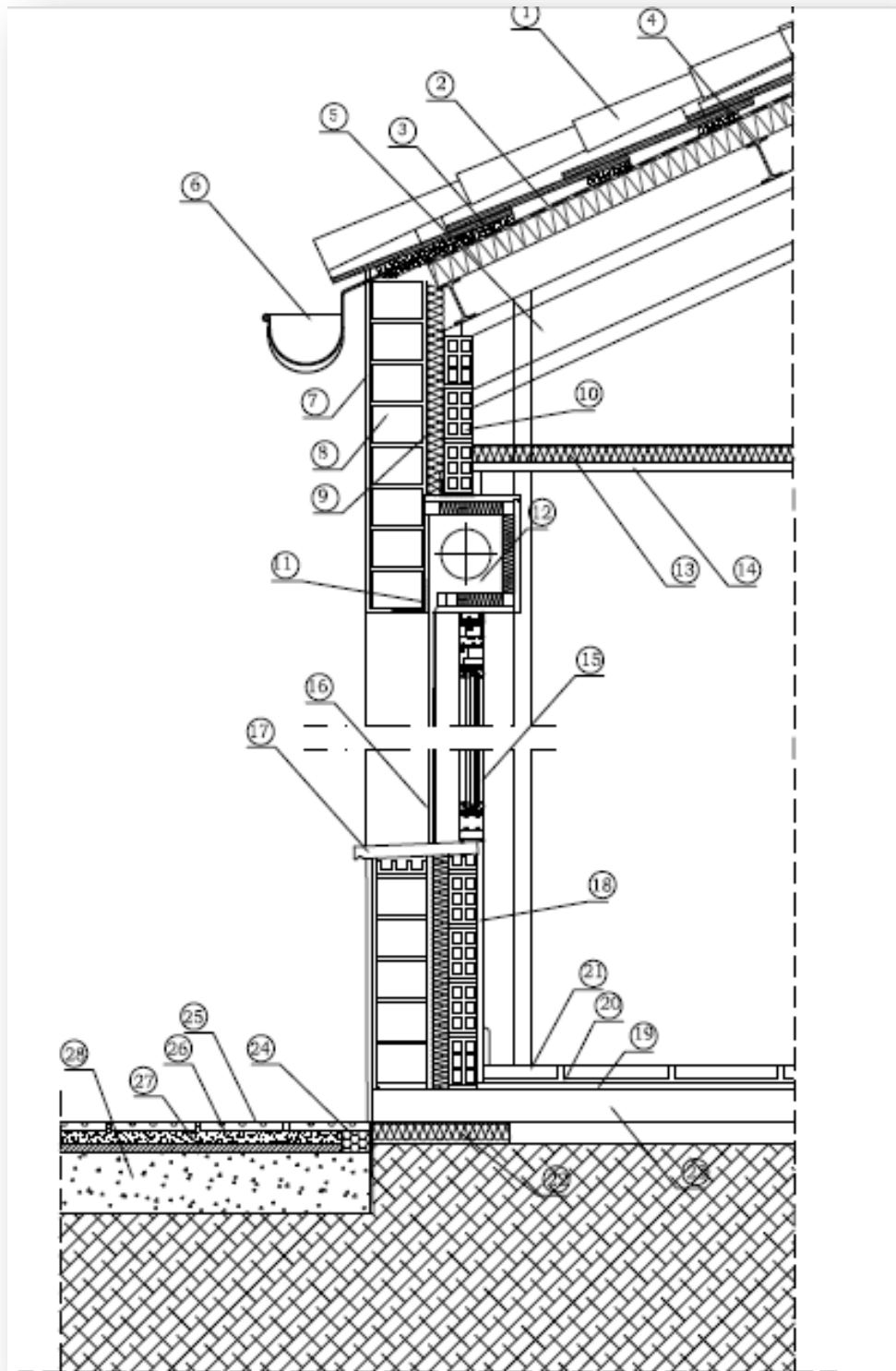
PLANO CIMENTACIÓN



PLANO ESTRUCTURA



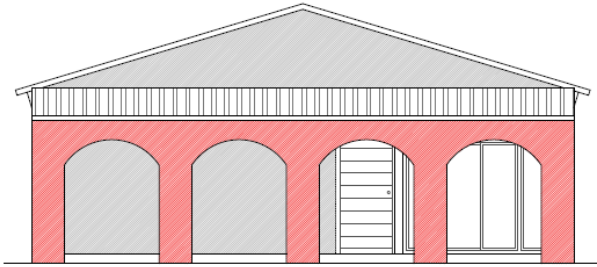
PLANO SECCIÓN CONSTRUCTIVA



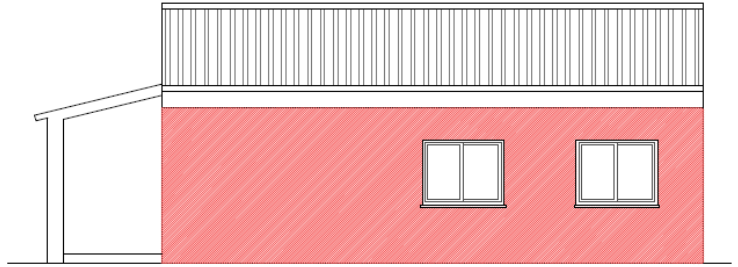
LEYENDA

1. Teja cerámica curva.
2. Lámina Impermeable.
3. Panel Sandwich (e= 60 mm).
4. Correas de cubierta.
5. Viga de pórtico de perfil laminado.
6. Canalón de cinc.
7. Mortero monocapa (color a elegir).
8. Fábrica de 1/2 ple de ladrillo perforado.
9. Lana mineral (e= 40 mm).
10. Fábrica de ladrillo hueco (e= 7 cm).
11. Perfil metálico con función de dintel.
12. Persiana enrollable.
13. Lana mineral (e= 40 mm).
14. Falso techo de placas de yeso laminado.
15. Carpintería de aluminio con rotura de puente térmico.
16. Guía independiente de persiana de aluminio anodizado.
17. Vierte aguas de piedra natural.
18. Enlucido de yeso
19. Arena de río
20. Mortero de agarre. (M40 1:6).
21. Pavimento de baldosas de gres esmaltado.
22. Poliestireno extruido (e= 50 mm) Ancho de banda 1 m.
23. Solera de hormigón armada con mallazo electrosoldado (e= 15 cm)
24. Material compresible.
25. Baldosa hidráulica antideslizante.
26. Mortero de agarre. (M40 1:6).
27. Capa de arena de río (e= 20 mm)
28. Solera de hormigón en masa.

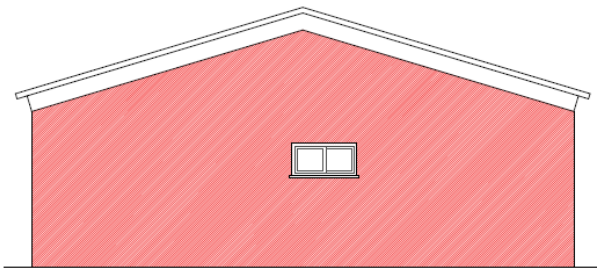
PLANO ALZADOS



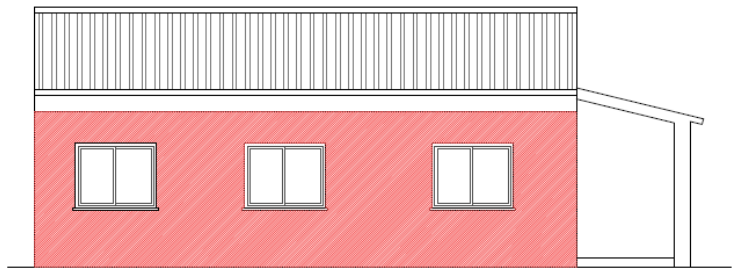
ALZADO PRINCIPAL



ALZADO DERECHO

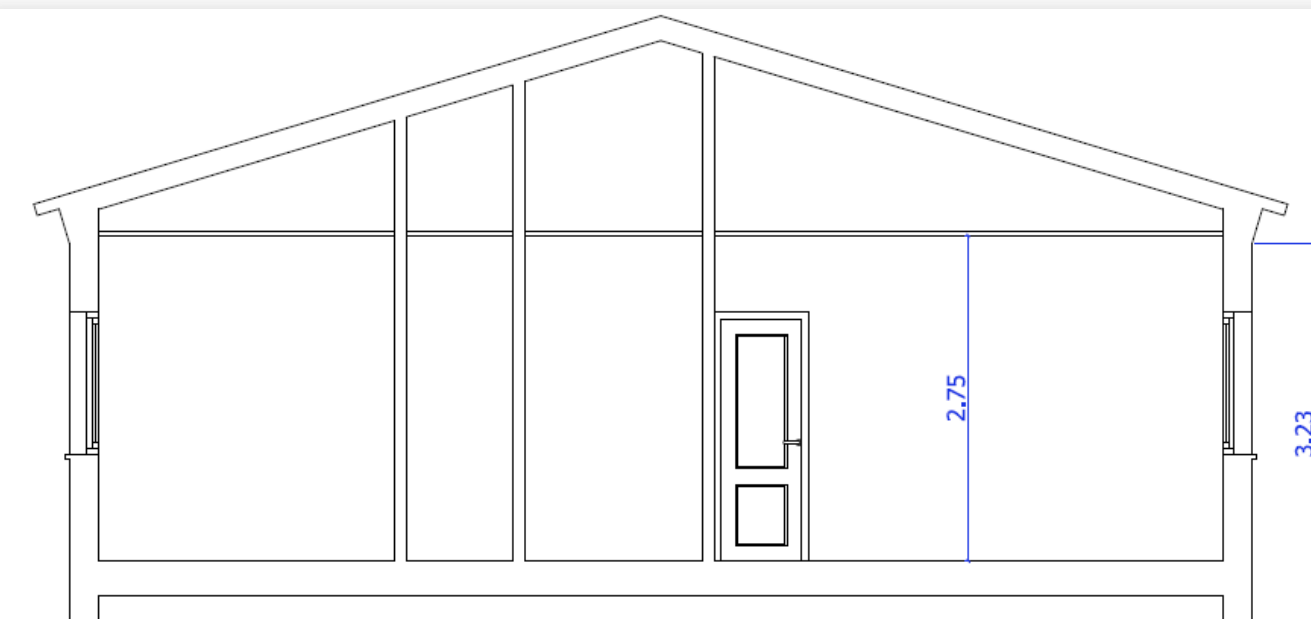


ALZADO POSTERIOR



ALZADO IZQUIERDO

PLANO SECCIÓN_A-Á



SECCIÓN A-A'

(Fuente: Proyectista redactor de este trabajo, cuya participación en el proyecto decidió permanecer en el anonimato)

➤ Presupuesto y Medición de una vivienda unifamiliar aislada convencional.

RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
CAPITULO 1: ACONDICIONAMIENTO DEL TERRENO.								
SUBCAPÍTULO: MOVIMIENTOS DE TIERRA.								

1.1 M2 Desbroce y limpieza de terreno.

Desbroce y limpieza del terreno, profundidad mínima de 25cm, medios mecánicos, retirada de los materiales excavados y carga a camión, sin incluir transporte a vertedero autorizado.

SOLAR	1	121.00			121.00			
						121.00	0.72	87.12

1.2 M3 Excavación en zanjas para instalaciones.

Excavación en zanjas para instalaciones en suelo de arena densa, con medios mecánicos, entibación semicuajada, retirada de los materiales excavados y carga a camión, sin incluir transporte a vertedero autorizado.

8.00	33.55	268.40
------	-------	--------

1.3 M3 Vaciado de cimentación.

Vaciado en excavación de cimentación, y excavación de solar para posterior relleno, en suelo de arena densa, con medios mecánicos, retirada de los materiales excavados y carga a camión, sin incluir transporte a vertedero autorizado.

Zapatas	1	11.00	1.20	0.60	7.92			
	4	1.50	1.50	0.60	5.40			
	3	1.20	1.20	0.60	2.59			
	2	1.80	1.20	0.60	2.59			
Correas	1	9.26	0.50	0.60	2.78			
	1	8.35	0.40	0.50	1.67			
	5	1.80	0.40	0.50	1.80			
	1	1.25	0.40	0.50	0.25			
	2	0.96	0.40	0.50	0.38			
						25.38	3.23	81.98

RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
CAPITULO 1: ACONDICIONAMIENTO DEL TERRENO.								
SUBCAPÍTULO: MOVIMIENTOS DE TIERRA.								

1.4 M3 Relleno principal de zanjas para instalaciones.

M3. Relleno principal de zanjas para instalaciones, con zahorra natural caliza, compactación mediante equipo manual con bandeja vibrante.

8.00	21.29	170.32
------	-------	--------

1.5 M3 Relleno y extendido de tierras.

M3. Relleno y extendido de tierras, por medios mecánicos, transporte de las mismas y p.p de costes indirectos.

Procedente de desbroce	1	121.00		0.20	24.20			
						24.20	7.05	170.61

TOTAL SUBCAPITULO Movimiento de tierras.....	778.43
TOTAL CAPITULO Acondicionamiento del terreno.....	778.43

RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
CAPITULO 2: CIMENTACION.								

2.1 M2 Capa de hormigón de limpieza HM-10/B/20/I

Capa de hormigón de limpieza HM-10/B/20/I fabricado en central y vertido con cubilete, de 10 cm de espesor.

Zapatas	1	11.00	1.20	0.10	1.32			
	4	1.50	1.50	0.10	0.90			
	3	1.20	1.20	0.10	0.43			
	2	1.80	1.20	0.10	0.43			
Correas	1	9.26	0.50	0.10	0.46			
	1	8.35	0.40	0.10	0.33			
	5	1.80	0.40	0.10	0.36			
	1	1.25	0.40	0.10	0.05			
	2	0.96	0.40	0.10	0.08			
						4.36	5.54	24.15

2.2 M3 H.A en zapatas y vigas centradoras.

M3 Hormigón armado HA-25/P/40/Ila N/mm², con tamaño máximo del árido, elaboración en central en relleno de zapatas y correas de cimentación, i/armadura B-500 S, con cuantía según proyecto, vertido por medios manuales, vibrado y colocación. Según CTE/DB-SE-C y EHE-08.

Zapatas	1	11.00	1.20	0.50	6.60			
	4	1.50	1.50	0.50	4.50			
	3	1.20	1.20	0.50	2.16			
	2	1.80	1.20	0.50	2.16			
Correas	1	9.26	0.50	0.50	2.32			
	1	8.35	0.40	0.40	1.34			
	5	1.80	0.40	0.40	1.44			
	1	1.25	0.40	0.40	0.20			
	2	0.96	0.40	0.40	0.31			
						21.08	127.48	2687.28

RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
CAPITULO 2: CIMENTACION.								

TOTAL CAPITULO Cimentación.....	2687.28
---------------------------------	---------

RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
CAPITULO 3: Estructuras.								

3.1 Kg Acero S275 en estructuras

Kg Acero laminado S275 en perfiles para vigas, pilares, y correas, con una tensión de rotura de 410 N/mm², unidas entre sí mediante soldadura con electrodo básico i/p.p, después y dos manos de imprimación con una pintura de minio de plomo totalmente montado, según CTE/DB-SE-A. Los trabajos serán realizados por un soldador cualificado según norma UNE-EN 287-1:1992.

Pilares HEB 140	8	3.00	33.70		808.80			
Pilares HEB 140	1	4.50	33.70		151.65			
Vigas IPE 270	8	5.00	36.10		1444.00			
Vigas IPE 100	20	3.15	8.10		510.30			
Vigas IPE 100	10	3.22	8.10		260.82			
Vigas IPE 100	14	2.30	8.10		260.82			
Vigas IPE 100	2	5.00	8.10		81.00			
Vigas IPE 100	4	2.50	8.10		81.00			
						3598.390	1.30	4677.91

3.2 Ud. Placa de anclaje.

Ud. Placa de anclaje de acero S275 en perfil plano, de dimensiones 35x35x1.5 cm, con cuatro garrotas de acero corrugado de 16 mm, de diámetro y 30 cm de longitud total, soldadas y taladro central totalmente colocada según CTE/DB-SE-A.

9.00	20.87	187.83
------	-------	--------

3.3 M2 Solera de hormigón armado.

M2 Solera de 15 cm de espesor, realizada con hormigón HA-25/P/20/IIa N/mm², tamaño máximo del árido 20 mm, elaborado en central, vertido, colocación y armado con mallazo electrosoldado 150*150*5 mm, incluso p.p de juntas, aserrado de las mismas y fratasado. Según EHE-08. Zona de porche exterior.

Sobre cimentación	1	12.10	10.00	-	121.00			
						121.00	12.66	1531.86

TOTAL CAPITULO Estructura.....	1531.86
---------------------------------------	----------------

RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
CAPITULO 4: Albañilería.								
SUBCAPÍTULO: Fachadas.								

4.1 Kg Fábrica capuchina en fachadas.

M2. Cerramiento de fachada formado por fabrica de $\frac{1}{2}$ pie de espesor de ladrillo hueco doble de 25x12x11.5 cm, sentado con mortero de cemento CEM II/A-P 32.5 R y arena de rio M 5 según UNE-EN 998-2, enfoscado interiormente con mortero de cemento y arena de rio M 7.5 según UNE 998-2, cámara de aire de 5 cm y tabique de ladrillo hueco doble, recibido con mortero de cemento CEM II/A-P 32.5 R y arena de rio M 5 según UNE-EN 998-2 i/p.p aplomado, nivelación, roturas, humedecido de piezas y colocación a restregón según CTE/DB-SE-F. Medida sin deducir huecos.

Alzado principal	1	39.00			39.00			
Alzado derecho	1	32.50			32.5			
	1	1.20		3.23	3.88			
Alzado posterior	1	40.00			40.00			
Alzado izquierdo	1	32.50			32.50			
						147.880	14.14	2091.02

4.2 Fabrica de ladrillo cara vista.

M2 Fabrica de $\frac{1}{2}$ pie de espesor de ladrillo cara vista a elegir por la propiedad de 25x12x5 cm, sentado con mortero de cemento CEM II/A-P 32.5 R y arena de rio M 5 según UNE-EN 998-2, i/p.p de replanteo, piezas especiales, roturas, aplomado, nivelado, llagueado y limpieza, cortes, remates ,humedecido de piezas y colocación según CTE/DB-SE-F, incluye la formación de huecos en arco según proyecto de ejecución y zuncho de coronación para recibido de cubierta.

Porche exterior	1	10.00		2.70	27.00			
						27.00	32.89	888.03

4.3 Vierteaguas.

M Vierteaguas de piedra natural de 30 cm de ancho y 2cm de espesor.

Ventanas	5	1.60			8.00			
	1	1.30			1.30			
Portal acceso	1	1.10			1.10			
						10.40	19.13	198.95

TOTAL SUBCAPITULO Fachadas.....	3178.00
--	----------------

RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
CAPITULO 4: Albañilería.								
SUBCAPÍTULO: Tabiquería interior.								

4.3 Tabiquería interior.

M2 Partición de una hoja de 7 cm de espesor de fábrica de ladrillo cerámico hueco doble, para revestir, 24x11.5x7 cm, recibida con mortero de cemento M5.

Vivienda	1	9.50		3.00	28.50			
	2	2.70		3.00	16.20			
	1	3.60		3.00	10.80			
	1	3.50		3.00	10.50			
	1	5.80		3.00	17.40			
	1	1.50		3.00	4.50			
	1	4.75		3.00	14.25			
	1	1.70		3.00	5.10			
						107.25	15.01	1609.82

TOTAL SUBCAPITULO Tabiquería interior.....	1609.82
TOTAL CAPITULO Albañilería.....	4787.82

RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
CAPITULO 5: Carpintería, cerrajería, vidrios y ayudas.								
SUBCAPÍTULO: Carpintería exterior e interior.								

5.1 M2 Carpintería de aluminio lacado, en ventana corredera.

Carpintería de aluminio lacado color a elegir por la propiedad, en ventana corredera de dos hojas, perfilaría con quía de persiana, gama media, premarco, compacto incorporado, persiana de lamas de aluminio inyectado, con accionamiento manual mediante tomo y aireador según CTE.

	5	1.50		1.20	9.00			
	1	1.20		0.70	0.84			
						9.840	132.98	1308.52

5.2 M2 Carpintería de aluminio lacado, en ventana corredera.

Carpintería de aluminio lacado color a elegir por la propiedad, en puerta balconera de dos hojas correderas y dos hojas fijas (según proyecto), perfilaría con guía de persiana, gama media, con premarco, compacto incorporado (monoblock), persiana de lamas de aluminio inyectado, con accionamiento manual mediante torno y aireador según CTE (Según caso).

	1	2.95		2.10	6.20			
						6.20	172.34	1068.51

5.3 UD Puerta de entrada acorazada.

Block de puerta de entrada acorazada normalizada, acabado con tablero liso en ambas caras en madera de pino país y cerradura de seguridad con tres puntos frontales de cierre, según planos de ejecución.

1.00	611.77	611.77
------	--------	--------

5.4 UD Puerta de paso interior.

M2. Puerta de paso ciega formada por tablero rechapado en madera de Roble, rebajado y con moldura, de medidas 2030 x 725/ 825 x 35 mm. Precerco en madera de pino de 90x35 mm, cerco visto de 90x30 mm rechapado en roble y tapajuntas de 70x10 rechapado igualmente. Con 4 pernios de latón, resbalón de petaca Tesa modelo 2005 ó similar y manivela con placa. Totalmente montada, incluso en p.p. de medios auxiliares. Incluye aireador según CTE.

Dormitorios	3	0.82		2.10	5.17			
Baños	2	0.82		2.10	3.44			
Despensa	1	0.82		2.10	1.72			
						10.33	97.26	1004.70

RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
CAPITULO 5: Carpintería, cerrajería, vidrios y ayudas.								
SUBCAPÍTULO: Carpintería exterior e interior.								

5.5 UD Puerta de paso vidriera.

M2. Puerta de paso vidriera de una hoja formada por tablero rechapado de madera de Roble, rebajado y con moldura, de medidas 2030 x 725 / 825 x 35 mm (cada hoja). Precerco en madera de pino de 90x35 mm, cerco visto de 90x30 mm rechapado de madera de roble y tapajuntas de 70x10 rechapado igualmente. Con 4 pernios de latón, resbalón de petaca Tesa modelo 2005 ó similar y manivela con placa. Totalmente montada, incluso en p.p. de medios auxiliares. Incluye aireador según CTE.

Cocina	1	0.80		2.10	1.68			
						1.68	134.48	225.93

TOTAL SUBCAPITULO Carpintería exterior e interior.....	4219.43
---	----------------

RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
CAPITULO 5: Carpintería, cerrajería, vidrios y ayudas.								
SUBCAPÍTULO: Vidrios.								

5.6 m2 Vidrios ventanas.

m² Doble acristalamiento estándar, 6/6/10

Doble acristalamiento estándar, 6/6/10, con calzos y sellado continuo.

Ventanas	5	1.50		1.20	9.00			
5 V2	1	1.20		0.70	0.84			
1 V4								
1 V1	1	2.95		2.10	6.2			
						16.04	30.12	483.12

5.7 m2 Vidrios interiores.

m² Acristalamiento con vidrio mateado tratado al ácido de 4 mm.

Acristalamiento con vidrio mateado tratado al ácido de 4 mm de espesor colocado sobre carpintería interior de madera.

Puerta cocina	1	0.50		1.15	0.58			
						0.58	33.23	19.27

TOTAL SUBCAPITULO Vidrios.....								502.39
---------------------------------------	--	--	--	--	--	--	--	---------------

RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
CAPITULO 5: Carpintería, cerrajería, vidrios y ayudas.								
SUBCAPÍTULO: Ayudas.								

5.8 m2 Ayudas de albañilería instalación audiovisual.

Ayudas de albañilería en edificio de vivienda unifamiliar, para instalación audiovisual (instalación individual de TV, instalaciones de interfonía y/o vídeo).

85.00	0.63	53.55
-------	------	-------

5.9 m2 Ayudas de albañilería instalación de fontanería.

Ayudas de albañilería en edificio de vivienda unifamiliar, para instalación de fontanería.

85.00	2.54	215.90
-------	------	--------

5.10 m2 Ayudas de albañilería instalación de iluminación.

Ayudas de albañilería en edificio de vivienda unifamiliar, para instalación de iluminación.

85.00	0.09	7.65
-------	------	------

5.11 m2 Ayudas de albañilería instalación protección contra incendios.

Ayudas de albañilería en edificio de vivienda unifamiliar, para instalación de protección contra incendios.

85.00	0.19	16.15
-------	------	-------

5.12 m2 Ayudas de albañilería instalación de salubridad.

Ayudas de albañilería en edificio de vivienda unifamiliar, para instalación de salubridad.

85.00	1.5	127.50
-------	-----	--------

5.13 m2 Ayudas de albañilería instalación de aparatos sanitarios.

Ayudas de albañilería en edificio de vivienda unifamiliar, para el recibido de los aparatos sanitarios.

85.00	0.68	57.80
-------	------	-------

5.14 m2 Ayudas de albañilería colocación de carpinterías.

Ayudas de albañilería en edificio de vivienda unifamiliar, para el recibido de la carpintería exterior.

85.00	0.61	51.85
-------	------	-------

TOTAL SUBCAPITULO Ayudas.....	530.40
TOTAL CAPITULO Carpintería, cerrajería, vidrios y ayudas.....	5252.22

RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
CAPITULO 6: Instalaciones.								
SUBCAPÍTULO: infraestructura común de telecomunicaciones.								

6.1 M Canalización externa enterrada.

Canalización externa enterrada formada por 3 tubos de polietileno de 63 mm de diámetro, en edificación de hasta 4 PAU.

5.00	12.89	64.45
------	-------	-------

6.2 M Canalización de enlace superior fija.

Canalización de enlace superior fija en superficie formada por 4 tubos de PVC rígido de 40 mm de diámetro.

3.00	16.24	48.72
------	-------	-------

6.3 M Canalización secundaria empotrada.

Canalización secundaria empotrada en tramo comunitario, formada por 4 tubos de PVC flexible, corrugados, reforzados de 25 mm de diámetro, en edificación de 1 PAU.

10.00	4.94	49.40
-------	------	-------

6.4 Ud. Registro de terminación.

Registro de terminación de red de plástico, con caja única para todos los servicios.

1.00	34.99	34.99
------	-------	-------

TOTAL SUBCAPITULO Infraestructura común de telecomunicación.....	197.56
---	---------------

RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
CAPITULO 6: Instalaciones.								
SUBCAPÍTULO: infraestructura común audiovisual.								

6.5 Ud. Sistema individual de TV vía terrestre.

Sistema individual de TV vía terrestre con antena fijada sobre mástil de 3,00 m de altura y 4 bases de toma, para vivienda unifamiliar.

1.00	443.82	443.82
------	--------	--------

6.6 Ud. Sistema individual de TV vía satélite.

Sistema individual de TV vía satélite formado por antena parabólica Off-Set de 80 cm de diámetro y 4 bases de toma, para vivienda unifamiliar.

1.00	601.01	601.01
------	--------	--------

6.7 Ud. Sistema individual de telefonía.

Sistema individual de telefonía con 2 bases de toma para vivienda unifamiliar.

1.00	100.10	100.10
------	--------	--------

6.8 Ud. Video-portero convencional B/N para vivienda unifamiliar.

Video-portero convencional B/N para vivienda unifamiliar.

1.00	998.76	998.76
------	--------	--------

TOTAL SUBCAPITULO Infraestructura común audiovisual.....	2143.69
---	----------------

RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
CAPITULO 6: Instalaciones.								
SUBCAPÍTULO: infraestructura común eléctrica.								

6.9 Ud. Red de toma de tierra.

Red de toma de tierra para estructura de hormigón del edificio con 103 m de conductor de cobre desnudo de 35 mm².

1.00	458.28	458.28
------	--------	--------

6.10 Ud. Red de equipotencialidad en cuarto de baño

Red de equipotencialidad en cuarto de baño.

2.00	30.97	64.94
------	-------	-------

6.11 Ud. Caja de protección y medida.

Caja de protección y medida, instalada en el interior de hornacina mural, intensidad 63 A para 1 contador monofásico en vivienda unifamiliar o local.

1.00	176.80	176.80
------	--------	--------

6.12 m Derivación individual monofásica.

Derivación individual monofásica fija en superficie para vivienda, formada por cables unipolares con conductores de cobre, ES07Z1-K (AS) 2x25+1G16 mm², siendo su tensión asignada de 450/750 V, bajo tubo protector de PVC rígido, blindado, de 32 mm de diámetro.

5.00	18.56	94.66
------	-------	-------

6.13 Ud. Red eléctrica de derivación interior.

Red eléctrica de distribución interior de una vivienda unifamiliar con electrificación básica formada por: Salón-comedor, cocina, galería, distribuidor, 3 dormitorios y 2 baños y compuesta de: cuadro general de mando y protección; circuitos interiores con cableado bajo tubo protector; mecanismos gama media (tecla o tapa: blanco; marco: blanco; embellecedor: blanco).

1.00	2729.50	2729.50
------	---------	---------

TOTAL SUBCAPITULO Infraestructura común eléctrica.....							3529.18
---	--	--	--	--	--	--	----------------

RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
CAPITULO 6: Instalaciones.								
SUBCAPÍTULO: infraestructura común de fontanería.								

6.14 Ud. Acometida enterrada.

Acometida enterrada de abastecimiento de agua potable de 4 m de longitud, formada por tubo de polietileno de alta densidad (PE-100), de 25 mm de diámetro exterior, PN=16 atm y llave de corte de compuerta alojada en arqueta prefabricada de polipropileno.

1.00	68.44	68.44
------	-------	-------

6.15 Ud. Tubería de alimentación de agua potable.

Tubería de alimentación de agua potable de 8 m de longitud de polietileno reticulado (PEX), de 20 mm de diámetro exterior, PN=10 atm, colocada superficialmente, con llave de corte de compuerta.

1.00	35.23	35.23
------	-------	-------

6.16 Ud. Preinstalación de contador general.

Preinstalación de contador general de agua de 1/2" DN 15 mm, colocado en hornacina, con llave de corte general de compuerta.

1.00	49.99	49.99
------	-------	-------

6.17 Ud. Instalación interior de fontanería para cuarto de baño.

Instalación interior de fontanería para cuarto de baño con dotación para: inodoro, lavabo sencillo, pie de ducha, bidé, realizada con polietileno reticulado (PEX), para la red de agua fría y caliente.

2.00	405.86	811.72
------	--------	--------

6.18 Ud. Instalación interior de fontanería para cocina y galería.

Instalación interior de fontanería para cocina y galería con dotación para: fregadero, toma y llave de paso para lavavajillas, toma y llave de paso para lavadora, realizada con polietileno reticulado (PEX), para la red de agua fría y caliente.

2.00	259.70	519.40
------	--------	--------

6.19 Ud. Termo eléctrico

Ud. Termo eléctrico vertical/horizontal para el servicio de a.c.s acumulada, JUNKERS modelo HS 50-3B, con una capacidad útil de 50 litros. Potencia 1,6 KW. Ajuste de temperatura en intervalos de 10°C y tensión de alimentación a 230 V. Tiempo de calentamiento 109 minutos. Testigo luminoso de funcionamiento y display con indicación de temperatura. Depósito de acero vitrificado. Aislamiento de espuma de poliuretano sin CFC y ánodo de sacrificio de magnesio. Presión máxima admisible de 8 Bar. Dimensiones 682 mm. De alto y 452 mm. De diámetro.

1.00	217.63	217.63
------	--------	--------

TOTAL SUBCAPITULO Infraestructura de fontanería.....								1702.41
---	--	--	--	--	--	--	--	----------------

RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
CAPITULO 6: Instalaciones.								
SUBCAPÍTULO: Infraestructura común de salubridad.								

6.20 Ud. Red de evacuación para cuarto de baño.

Red interior de evacuación para cuarto de baño con dotación para: inodoro, lavabo sencillo, pie de ducha, bidé, realizada con tubo de PVC, serie B para la red de desagües.

2.00	203.81	407.62
------	--------	--------

6.21 Ud. Red de evacuación para cocina.

Red interior de evacuación para cocina con dotación para: fregadero, toma y llave de paso para lavavajillas, toma y llave de paso para lavadora, realizada con tubo de PVC, serie B para la red de desagües.

1.00	94.36	94.36
------	-------	-------

6.22 m. Colector enterrado de PVC, serie B de 160 mm de diámetro.

Colector suspendido de PVC, serie B de 160 mm de diámetro, pegada mediante adhesivo.

15.00	20.27	304.05
-------	-------	--------

6.23 Ud. Extractor de cocina.

Extractor de cocina, de dimensiones 218x127x304 mm, velocidad 2250 r.p.m., caudal de descarga libre 250 m³/h, con tramo de conexión de tubo flexible de aluminio.

1.00	74.47	74.47
------	-------	-------

6.24 m. Conducto circular tubo tipo shunt.

Conducto circular tubo tipo shunt de chapa de acero galvanizado de pared simple helicoidal, de 200 mm de diámetro, para instalación de ventilación. Incluye capota de terminación.

9.00	17.87	160.83
------	-------	--------

TOTAL SUBCAPITULO Infraestructura común de salubridad.....	1041.33
TOTAL CAPITULO Instalaciones.....	8614.17

RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
CAPITULO 7: Aislamientos e impermeabilizaciones.								
SUBCAPÍTULO: Aislamientos e impermeabilizaciones.								

7.1 m2. Aislamiento en fachada.

Aislamiento en fachada formado por un panel semirrígido de lana de roca volcánica, según UNE-EN 13162, no revestido, de 40 mm de espesor, fijado con pelladas de adhesivo cementoso. Medido sin deducir huecos.

	3	10.00		2.70	81.00			
	1	5.60		2.70	15.12			
	1	1.20		2.70	3.24			
	1	4.15		2.70	11.21			
						110.57	10.33	1142.19

7.2 m3. Encachado de grava.

M3. Encachado de grava, tamaño medio bajo cimentación, por medios mecánicos, i/p.p. de costes indirectos. Incluye zona de porche exterior.

Bajo solera de hormigón	1	12.10	-	0.15	18.15			
						18.15	2.94	53.36

TOTAL SUBCAPITULO Aislamientos e impermeabilizaciones.....								1195.55
TOTAL CAPITULO Aislamientos e impermeabilizaciones.....								1195.55

RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
CAPITULO 8: Cubiertas.								
SUBCAPÍTULO: Cubiertas inclinadas.								

8.1 m2. Cobertura de teja cerámica.

M2. Cobertura de teja cerámica mixta a elegir por la propiedad, recibida sobre rastreles de madera previamente anclados al panel sándwich de cubierta, i/p.p. de piezas especiales y costes indirectos.

Cubierta	1	130.00	-	-	130.00			
						130.00	21.70	2821.00

8.2 m2. Panel sándwich.

M2. Cubierta completa formada por panel sándwich con núcleo aislante con características técnicas según proyecto de ejecución; perfil anclado a la estructura mediante ganchos o tornillos autorroscantes, i/p.p. de tapajuntas, remates, piezas especiales de cualquier tipo, medios auxiliares.

Cubierta	1	130.00	-	-	130.00			
						130.00	28.23	3669.90

TOTAL SUBCAPITULO Cubiertas inclinadas.....								6490.90
TOTAL CAPITULO Cubiertas.....								6490.90

RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
CAPITULO 9: Revestimientos, suelos y pavimentos y falsos techos.								
SUBCAPÍTULO: Alicatados.								

9.1 m2. Alicatado con azulejo liso.

Alicatado con azulejo liso, 1/0/H/-, 20x20 cm, 8 €/m², colocado en paramentos interiores con enfoscado de mortero de cemento (no incluido en este precio), mediante adhesivo cementoso de uso exclusivo para interiores, Ci gris, sin junta (separación entre 1,5 y 3 mm). Medido sin deducir huecos.

Baño principal	1	7.95		2.70	21.47			
Baño 1	1	9.30		2.70	25.11			
Cocina	1	12.80		2.70	34.56			
Galería	1	8.40		2.70	22.68			
						103.82	20.04	2080.55

TOTAL SUBCAPITULO Alicatados.....	2080.55
--	----------------

RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
CAPITULO 9: Revestimientos, suelos y pavimentos y falsos techos.								
SUBCAPÍTULO: Pinturas en paramentos interiores y conglomerantes.								

9.2 m2. Pintura plástica con textura lisa.

Pintura plástica con textura lisa, color a elegir por la propiedad, acabado mate, sobre paramentos horizontales y verticales interiores de yeso o escayola, preparación del soporte con plaste de interior, mano de fondo y dos manos de acabado (rendimiento: 0,125 l/m² cada mano).

Igual a partida Yeso en paramentos verticales	1	183.33			183.33			
Igual a partida falso techo de escayola lisa	1	73.39			73.39			
						256.72	8.17	2097.40

9.3 m2. Barniz sobre carpintería de madera.

M2. Barnizado de carpintería de madera interior con Procobar filtro 10 o similar, lijado y relijado dos manos y una mano de imprimación.

Carpintería de madera por las dos caras.	12	0.82	-	2.10	20.66			
						20.66	6.97	144.00

9.4 m2. Enfoscado de cemento, maestreado.

Enfoscado de cemento, maestreado, aplicado sobre paramentos verticales interiores, acabado superficial rugoso, con mortero de cemento M-5.

Baño principal	1	7.95		2.70	21.47			
Baño 1	1	9.30		2.70	25.11			
Cocina	1	12.80		2.70	34.56			
Galería	1	8.40		2.70	22.68			
						103.82	13.26	1376.65

RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
CAPITULO 9: Revestimientos, suelos y pavimentos y falsos techos.								
SUBCAPÍTULO: Pinturas en paramentos interiores y conglomerantes.								

9.5 m2. Revestimiento de yeso paramentos verticales.

Revestimiento de yeso de construcción B1, proyectado, maestreado, sobre paramento vertical, previa colocación de malla antiálcalis en cambios de material, acabado enlucido con yeso de aplicación en capa fina C6. Medido sin deducir huecos.

Salón	1	19.00		2.70	51.30			
Distribuidor	1	11.30		2.70	30.51			
Dormitorio Principal	1	13.20		2.70	35.64			
Dormitorio 1	1	12.00		2.70	32.40			
Dormitorio 2	1	12.40		2.70	33.48			
						183.33	11.91	2183.46

9.6 m2. Revestimiento con mortero monocapa.

Revestimiento de paramentos exteriores de ladrillo cerámico con mortero monocapa para la impermeabilización y decoración de fachadas, acabado con árido proyectado, color blanco, espesor 15 mm.

Alzado principal	1	29.20			29.20			
Alzado derecho	1	22.30			22.30			
	2	1.20	2.23		5.35			
Alzado posterior	1	30.00			30.00			
Alzado izquierdo	1	22.30			22.30			
Zócalos	3	10.00		1.00	30.00			
	1	5.60		1.00	5.60			
	2	1.20		1.00	2.40			
	1	4.15		1.00	4.15			
						151.30	16.63	2516.12

TOTAL SUBCAPITULO Pinturas en paramentos interiores y conglomerantes.....	8317.63
--	----------------

RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
CAPITULO 9: Revestimientos, suelos y pavimentos y falsos techos.								
SUBCAPÍTULO: Suelos y pavimentos.								

9.7 m2. Solado de baldosas cerámicas de gres esmaltado tipo C1.

Solado de baldosas cerámicas de gres esmaltado de 41x41 cm, 8 €/m2, colocadas sobre capa de refuerzo de 4 cm de mortero de cemento, recibidas con adhesivo cementoso de uso exclusivo para interiores, C1 sin ninguna característica adicional, modelo a elegir por la propiedad, y rejuntadas con lechada de cemento blanco, L, BL-V 22,5, para junta mínima (entre 1,5 y 3 mm), coloreada con la misma tonalidad de las piezas. Incluye la p.p de rodapié del mismo material.

Salón comedor	1	24.12			24.12			
Distribuidor	1	4.68			4.68			
Dormitorio Principal	1	10.82			10.82			
Dormitorio 1	1	8.70			8.70			
Dormitorio 2	1	9.43			9.43			
Galería	1	4.05			4.05			
						61.80	41.46	2562.23

9.8 m2. Solado de baldosas cerámicas de gres esmaltado tipo C2.

Solado de baldosas cerámicas de gres esmaltado, de 41x41 cm, 8 €/m2, colocadas sobre capa de refuerzo de 4 cm de mortero de cemento, recibidas con adhesivo cementoso de uso exclusivo para interiores, C2 sin ninguna característica adicional, modelo a elegir por la propiedad, y rejuntadas con lechada de cemento blanco, L, BL-V 22,5, para junta mínima (entre 1,5 y 3 mm), coloreada con la misma tonalidad de las piezas. Incluye la p.p de rodapié del mismo material.

Cocina	1	11.59			11.59			
Baño 1	1	4.70			4.70			
Baño 2	1	3.71			3.71			
						20.00	41.34	826.80

RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
CAPITULO 9: Revestimientos, suelos, pavimentos y falsos techos.								
SUBCAPÍTULO: Suelos y pavimentos.								

9.9 m2. Solado de gres antideslizante para exteriores.

M2. Solado de baldosa de gres antideslizante 31x31 cm., para exteriores e interiores (resistencia al deslizamiento $R_d > 45$ s/ UNE-ENV 12633 CLASE 3), recibido con mortero de cemento y arena de río M 5 según UNE-EN 998-2, i/cama de 2 cm. de arena de río, p.p. de rodapié del mismo material de 7 cm., rejuntado y limpieza, s/ CTE BD SU y NTE-RSB-7.

Porche	1	25.05			25.05			
						25.05	31.12	779.56

TOTAL SUBCAPITULO Suelos y pavimentos.....	4168.59
---	----------------

RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
CAPITULO 9: Revestimientos, suelos, pavimentos y falsos techos.								
SUBCAPÍTULO: Falsos techos.								

9.10 m2. Falso techo continuo de placas de escayola lisa.

Falso techo continuo de placas de escayola lisa, con sujeción mediante estopada colgante.

Salón comedor	1	24.12			24.12			
Distribuidor	1	4.68			4.68			
Dormitorio Principal	1	10.82			10.82			
Dormitorio 1	1	8.70			8.70			
Dormitorio 2	1	9.43			9.43			
Galería	1	4.05			4.05			
Cocina	1	11.59			11.59			
						73.39	12.55	921.04

9.11 m2. Falso techo registrable de placas de escayola desmontable.

Falso techo registrable de placas de escayola desmontable 60x60, con perfilaría vista blanca estándar.

Baño 1	1	4.70			4.70			
Baño 2	1	3.71			3.71			
						8.41	14.15	119.00

TOTAL SUBCAPITULO Falsos techos.....								1040.04
TOTAL CAPITULO Revestimientos, suelos y pavimentos, y falsos techos.....								15606.81

RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
CAPITULO 10: Señalización y equipamiento								
SUBCAPÍTULO: Baños.								

10.1 Ud. Lavabo de encastrar de porcelana sanitaria.

Ud. Lavabo para encastrar en encimera de Roca modelo Java en blanco de 56x47 cm., con grifería de Roca modelo Monodín cromado ó similar, válvula de desagüe de 32 mm., llaves de escuadra de 1/2" cromadas, sifón individual de PVC y latiguillos flexibles de 20 cm., totalmente instalado.

2.00	151.83	303.66
------	--------	--------

10.2 Ud. Bidé de porcelana sanitaria.

Ud. Bidé de Roca modelo Victoria en blanco, con grifería de Roca modelo Monodín cromada, sifón individual PVC 40 mm., válvula de desagüe 32 mm., llave de escuadra 1/2" cromada y latiguillo flexible 20 cm., totalmente instalado.

2.00	132.58	265.16
------	--------	--------

10.3 Ud. Inodoro de porcelana sanitaria de tanque bajo.

Ud. Inodoro de Roca modelo Victoria de tanque bajo en blanco, con asiento pintado en blanco y mecanismos, llave de escuadra 1/2" cromada, latiguillo flexible de 20 cm., empalme simple PVC de 110 mm., totalmente instalado.

2.00	161.35	322.70
------	--------	--------

10.4 Ud. Bañera de acero

Ud. Bañera de acero de Roca modelo Contesa en blanco de 1,40 - 1,70 m., con grifería baño-ducha-teléfono de Roca modelo Monodín o similar y válvula con rebosadero de 32-40 mm., totalmente instalado.

2.00	106.31	212.62
------	--------	--------

TOTAL SUBCAPITULO Señalización y equipamiento.....	1101.14
---	----------------

RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
CAPITULO 10: Señalización y equipamiento								
SUBCAPÍTULO: Zonas comunes.								

10.5 Ud. Buzón.

Buzón exterior, revistero, metálico, con tratamiento anticorrosión por cataforesis, acabado con pintura epoxi, apertura hacia abajo, serie básica.

1.00	30.80	30.80
------	-------	-------

TOTAL SUBCAPITULO Zonas comunes.....	30.80
TOTAL CAPITULO Señalización y equipamiento.....	1134.94

RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
CAPITULO 11: Gestión y transporte de residuos.								
SUBCAPÍTULO: Gestión y transporte de residuos.								

11.1 Ud. Gestión y transporte de residuos.

Gestión y transporte de residuos de vivienda unifamiliar.

TOTAL SUBCAPITULO Gestión y transporte de residuos.....	192.00
TOTAL CAPITULO Gestión y transporte de residuos	393.73

RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
CAPITULO 12: Control de calidad y ensayos.								
SUBCAPÍTULO: Estructuras de hormigón.								

12.1 Ud. Ensayo acero.

Ensayo sobre una muestra de barras de acero corrugado con determinación de: sección media equivalente, características geométricas del corrugado, doblado simple, doblado/desdoblado, límite elástico, carga de rotura, alargamiento en rotura e identificación del fabricante.

UNE-EN 10080 B 500 S (Serie fina).	1				1.00			
UNE-EN 10080 B 500 S (Serie media).	1				1.00			
UNE-EN 10080 B 500 S (Serie gruesa).	1				1.00			
						3.00	93.82	281.46

12.2 Ud. Ensayo hormigón.

Ensayo completo sobre una muestra de hormigón fresco, incluyendo: medida de asiento de cono de Abrams, fabricación de 3 probetas, curado, refrentado y rotura a compresión.

Cimentación	2				2.00			
						2.00	37.17	74.34

12.3 Ud. Ensayo de soldadura.

5.00	61.21	306.05
------	-------	--------

TOTAL SUBCAPITULO Estructuras de hormigón.....	661.85
TOTAL CAPITULO Control de calidad y ensayos.....	661.85

RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
CAPITULO 13: Seguridad y Salud.								
SUBCAPÍTULO: Partidas de Seguridad y Salud.								

13.1 Ud. de partidas de Seguridad y Salud según Estudio de Seguridad.

1.00	741.60	741.60
------	--------	--------

TOTAL SUBCAPITULO Seguridad y Salud.....	741.60
TOTAL CAPITULO Seguridad y Salud.....	741.60

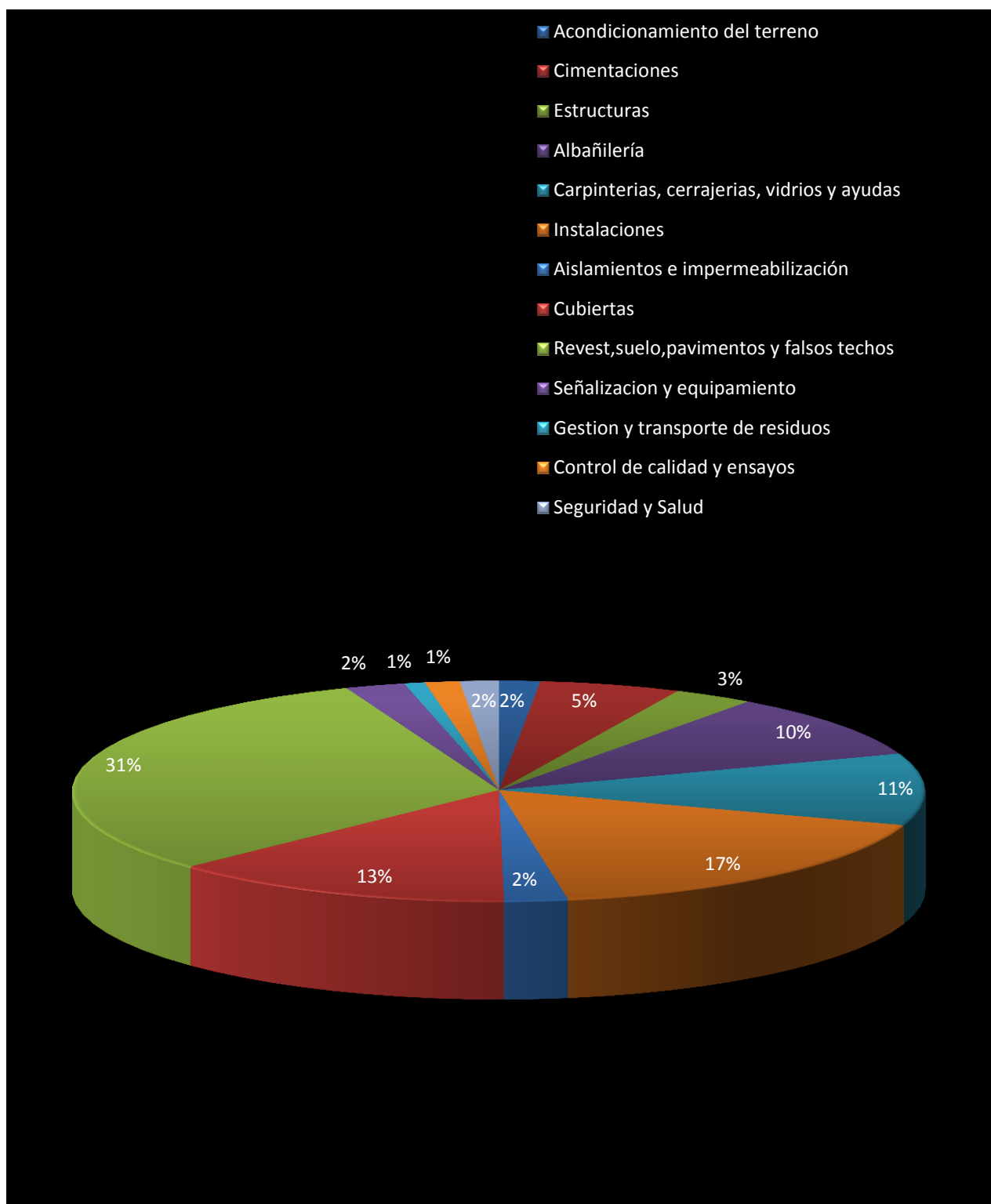
➤ Resumen de presupuesto:

Vivienda unifamiliar aislada.		
1	Acondicionamiento del terreno.....	778.43
2	Cimentaciones.....	2687.28
3	Estructuras.....	1531.86
4	Albañilería.....	4787.82
5	Carpinterías, cerrajerías, vidrios y ayudas.....	5252.22
6	Instalaciones.....	8614.17
7	Aislamientos e impermeabilizaciones.....	1195.55
8	Cubiertas.....	6490.90
9	Revestimientos, suelos y pavimentos y falsos techos.	15606.81
10	Señalización y equipamiento.....	1134.94
11	Gestión y transporte de residuos.....	393.73
12	Control de calidad y ensayos.....	661.85
13	Seguridad y Salud.....	741.60
<u>TOTAL EJECUCIÓN MATERIAL</u>		<u>49877.16</u>
<u>TOTAL PRESUPUESTO CONTRATA</u>		<u>59353.82</u>
<u>TOTAL PRESUPUESTO GENERAL</u>		<u>71818.12</u>

Asciende el presupuesto general a la expresada cantidad de SETENTA Y UN MIL OCHOCIENTOS DIECIOCHO EUROS con DOCE CÉNTIMOS.

(Toda la documentación aportada en este capítulo sobre los presupuestos esta recapitulada en los precios descompuestos de la construcción de la Región de Murcia y de la página: Arquitectura-y-paja.org)

➤ Gráfico porcentual presupuestario:



(Gráfico de elaboración propia)

➤ **Descripción de la vivienda unifamiliar aislada tipo GREB.**

➤ **Memoria descriptiva:**

En esta memoria se procede al desarrollo del proyecto encargado, consistente en Básico y Ejecución de VIVIENDA UNIFAMILIAR AISLADA GREB situado en Pol. 5 - Parc. 56. Paraje Lonque de Blanca a realizar de conformidad con lo establecido en el Código Técnico de la Edificación (CTE) R:D: 314/2006 de 17 de marzo , sus modificaciones posteriores , y demás circunstancias específicas de esta memoria y documentos restantes del mismo.

➤ **Descripción geométrica del edificio:**

Nº de plantas sobre rasante		1
Nº de plantas bajo rasante		
Nº total de plantas		1
Volumen sobre rasante (m3)		270.00
Edificabilidad	0.02 M2/m2	0.05

➤ Cuadro de superficies:

- Solar:..... 5.400 m2.

Planta Baja	Dependencia	Sup. Útil (m2)	Sup. Construida (m2)
	Comedor	24.77	
	Cocina	11.97	
	Distribuidor	4.59	
	Galería	3.95	
	Dormitorio 1	8.40	
	Dormitorio 2	9.25	
	Baño 1	4.24	
	Dormitorio ppal.	10.13	
	Baño 2	3.43	
	Porche cubierto	28.64/2	
	Subtotal	95.05	120.30

➤ Documentación gráfica:

-Índice de planos:

00_ Planta Baja. Distribución y mobiliario.

01_ Planta Baja. Cotas y Superficies.

02_ Plano Cubierta.

03_ Plano Alzados

04_ Plano Fontanería.

05_ Plano Electricidad.

06_ Plano Instalación pozo Canadiense.

07_ Plano Carpintería.

08_ Plano Cerramientos.

09_ Plano Sección A-A´

10_ Plano Cimentación

11_ Plano Estructura.

12_ Plano Saneamiento.

“DOCUMENTACIÓN”: ADJUNTA A LOS ANEXOS.

➤ Presupuesto y Medición de una vivienda unifamiliar aislada tipo Greb:

RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
CAPITULO 1: ACONDICIONAMIENTO DEL TERRENO.								
SUBCAPÍTULO: MOVIMIENTOS DE TIERRA.								

1.1 M2 Desbroce y limpieza de terreno.

Desbroce y limpieza del terreno, profundidad mínima de 25cm, medios mecánicos, retirada de los materiales excavados y carga a camión, sin incluir transporte a vertedero autorizado.

Solar	1	121.00			121.00			
						121.00	0.72	87.12

1.2 M3 Excavación en zanjas para instalaciones.

Excavación en zanjas para instalaciones en suelo de arena densa, con medios mecánicos, entibación semicuajada, retirada de los materiales excavados y carga a camión, sin incluir transporte a vertedero autorizado.

8.00	33.55	268.40
------	-------	--------

1.3 M3 Vaciado de cimentación.

Vaciado en excavación de cimentación, y excavación de solar para posterior relleno, en suelo de arena densa, con medios mecánicos, retirada de los materiales excavados y carga a camión, sin incluir transporte a vertedero autorizado.

Zapatas	1	11.00	1.20	0.60	7.92			
	4	1.50	1.50	0.60	5.40			
	3	1.20	1.20	0.60	2.59			
	2	1.80	1.20	0.60	2.59			
Correas	1	9.26	0.50	0.60	2.78			
	1	8.35	0.40	0.50	1.67			
	5	1.80	0.40	0.50	1.80			
	1	1.25	0.40	0.50	0.25			
	2	0.96	0.40	0.50	0.38			
						25.38	3.23	81.98

RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
CAPITULO 1: ACONDICIONAMIENTO DEL TERRENO.								
SUBCAPÍTULO: MOVIMIENTOS DE TIERRA.								

1.4 M3 Relleno principal de zanjas para instalaciones.

Relleno principal de zanjas para instalaciones, con zahorra natural caliza, compactación mediante equipo manual con bandeja vibrante.

8.00	21.29	170.32
------	-------	--------

1.5 M3 Relleno y extendido de tierras.

M3. Relleno y extendido de tierras, por medios mecánicos, transporte de las mismas y p.p de costes indirectos.

Procedente de desbroce	1	121.00		0.20	24.20			
						24.20	7.05	170.61

TOTAL SUBCAPITULO Movimiento de tierras.....	778.43
TOTAL CAPITULO Acondicionamiento del terreno.....	778.43

RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
CAPITULO 2: CIMENTACION.								

2.1 M2 Capa de hormigón de limpieza HM-10/B/20/I

Capa de hormigón de limpieza HM-10/B/20/I fabricado en central y vertido con cubilete, de 10 cm de espesor.

Zapatas	1	11.00	1.20	0.10	1.32			
	4	1.50	1.50	0.10	0.90			
	3	1.20	1.20	0.10	0.43			
	2	1.80	1.20	0.10	0.43			
Correas	1	9.26	0.50	0.10	0.46			
	1	8.35	0.40	0.10	0.33			
	5	1.80	0.40	0.10	0.36			
	1	1.25	0.40	0.10	0.05			
	2	0.96	0.40	0.10	0.08			
						4.36	5.54	24.15

RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
CAPITULO 2: CIMENTACION.								

2.2 M3 H.A en zapatas y vigas centradoras.

M3 Hormigón armado HA-25/P/40/IIa N/mm², con tamaño máximo del árido, elaboración en central en relleno de zapatas y correas de cimentación, i/armadura B-500 S, con cuantía según proyecto, vertido por medios manuales, vibrado y colocación. Según CTE/DB-SE-C y EHE-08.

Zapatas	1	11.00	1.20	0.50	6.60			
	4	1.50	1.50	0.50	4.50			
	3	1.20	1.20	0.50	2.16			
	2	1.80	1.20	0.50	2.16			
Correas	1	7.60	0.60	0.50	2.28			
	1	8.80	0.60	0.40	2.11			
	2	8.80	0.40	0.40	2.82			
	5	1.93	0.60	0.40	2.32			
	1	1.28	0.60	0.40	0.31			
	3	0.90	0.60	0.40	0.65			
						25.91	127.48	3303.01

TOTAL CAPITULO Cimentación.....	3327.26
--	----------------

RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
CAPITULO 3: Estructuras.								

3.1 M2. Forjado sanitario sobre murete de fábrica de bloque hueco de hormigón.

Forjado sanitario, canto 30 = 25+5 cm; HA-25/B/20/IIa fabricado en central y vertido con cubilote, volumen 0,102 m³/m²; acero UNE-EN 10080 B 500 S, cuantía 2,5 kg/m²; vigueta pretensada; bovedilla de hormigón, 60x20x25 cm y malla electro-soldada ME 20x20, Ø 5 mm, acero B 500 T 6x2,20 UNE-EN 10080, en capa de compresión, sobre murete de apoyo de bloque hueco de hormigón de 60 cm de altura.

Forjado sanitario	1					134.62		
						134.62	76.78	10336.12

3.2 M3. Traviesas de tren ecológicas.

Traviesas de tren ecológicas de dimensiones (100x200x1400) mm, para escaleras de entrada a vivienda.

Traviesas	8	2.4	0.10	0.20	0.384			
						0.384	649.00	249.21

TOTAL CAPITULO Estructura.....	10585.34
---------------------------------------	-----------------

RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
CAPITULO 4: Albañilería.								
SUBCAPÍTULO: Fachadas.								

4.1 M3. Vigas soleras de madera resinosa.

M3. Vigas soleras de madera resinosa (Douglas), de dimensiones (40 x 100) cm, ancladas con tornillos. "SE1". Se fijan las viguetas dobles de alta unión (Li1) de dimensiones (40x100) cm sobre los postes con tornillos puestos al bias, con traviesas (En1) en el suelo a base de las puertas para la contención del mortero.

Vigas soleras (Se1) y Traviesas (En1)	1				0.293			
Viguetas de alta unión (Li1)	1				0.328			
Vigas solera (Se2) y	1				0.328			
Traviesas (En2)	137	0.10	0.04	0.15	0.082			
						0.6682	510.81	341.32

4.2 M3. Postes de madera resinosa.

M3. Postes de madera resinosa (Douglas), tanto exterior como interior (Po1), reforzados con postes atornillados en ángulos (PA), separados cada 60 cm y de dimensiones (40 x 100) mm.

Postes (Po1)	95	0.1	0.04	2.75	1.045			
Postes en ángulo (PA)	(42)	0.1	0.04	2.75	0.462			
						1.507	511.5	770.83

(*) Postes en ángulo serían 21, pero lo doblamos para poner las dimensiones del poste sencillo.

4.3 M3. De madera en cruces de San Andrés.

M3. De madera en cruces de San Andrés para rigidizar el conducto durante la ejecución de la estructura. "Recuperables". Tablón de madera de pino, dimensiones 20x7, 2 cm

Cruces de San Andrés	40	0.1	0.04	3.40	0.544			
						0.544	48.80	26.55

RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
CAPITULO 4: Albañilería.								
SUBCAPÍTULO: Fachadas.								

4.4 M3. De tablas de madera resinosa para dinteles y de dimensiones (40 x 100) cm.

M3. De tablas de madera resinosa (Douglas), para dinteles y de dimensiones (40 x 100) cm, (Lo), hasta una altura de 1.20 m, de tablillas horizontales a la dimensión del hueco (SP1) y de postes de sustentación (Ps) para rigidizar el conjunto. Y fijación de traviesas (EnP) a media altura para fijación de las puertas.

Bastidores (Lo)	2	1.00	0.04	0.10	0.008			
	2	2.95	0.04	0.10	0.024			
	10	1.50	0.04	0.10	0.06			
	2	1.20	0.04	0.10	0.009			
	32	0.54	0.04	0.10	0.069			
Dintel Tablillas (SP1)	1	1.00	0.54	0.04	0.022			
	1	2.95	0.54	0.04	0.064			
	5	1.50	0.54	0.04	0.162			
	1	1.20	0.54	0.04	0.026			
Traviesas (EnP)	6	0.54	0.04	0.10	0.013			
Postes de sustentación (PS)	48	1.20	0.04	0.10	0.230			
						0.687	598.61	411.25

4.5 M2. De mortero Greb en fachadas.

M2. De mortero Greb en fachadas, compuesto de 4 partes de serrín de madera blanca, 3 partes de arena, 1 parte de cal aérea, 1 parte de cemento. Espesor 60 mm, armado y reforzado con malla antiálcalis en los cambios de material y en los frentes de forjado. También incluye unidad de clavos necesaria.

Mortero Greb	1							
						277.68	14.04	3898.63

RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
CAPITULO 4: Albañilería.								
SUBCAPÍTULO: Fachadas.								

4.6 M2. Fábrica de ladrillo cara vista.

M2 Fabrica de ½ pie de espesor de ladrillo cara vista a elegir por la propiedad de 25x12x5 cm, sentado con mortero de cemento CEM II/A-P 32.5 R y arena de rio M 5 según UNE-EN 998-2, i/p.p de replanteo, piezas especiales, roturas, aplomado, nivelado, llagueado y limpieza, cortes, remates ,humedecido de piezas y colocación según CTE/DB-SE-F, incluye la formación de huecos en arco según proyecto de ejecución y zuncho de coronación para recibido de cubierta.

Porche exterior	1	10.00		2.70	27.00			
						27.00	32.89	888.03

TOTAL SUBCAPITULO Tabiquería fachadas.....	6336.61
---	----------------

RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
CAPITULO 4: Albañilería.								
SUBCAPÍTULO: Tabiquería interior.								

4.7 Tabiquería interior.

M2 Partición de una hoja de 7 cm de espesor de fábrica de ladrillo cerámico hueco doble, para revestir, 24x11.5x7 cm, recibida con mortero de cemento M5.

Vivienda	1	9.50		3.00	28.50			
	2	2.70		3.00	16.20			
	1	3.60		3.00	10.80			
	1	3.50		3.00	10.50			
	1	5.80		3.00	17.40			
	1	1.50		3.00	4.50			
	1	4.75		3.00	14.25			
	1	1.70		3.00	5.10			
						107.25	15.01	1609.82

TOTAL SUBCAPITULO Tabiquería interior.....	1609.82
TOTAL CAPITULO Albañilería.....	10911.95

RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
CAPITULO 5: Carpintería, cerrajería, vidrios y ayudas.								
SUBCAPÍTULO: Carpintería exterior e interior.								

5.1 M2 Carpintería de aluminio lacado, en ventana corredera.

Carpintería de aluminio lacado color a elegir por la propiedad, en ventana corredera de dos hojas, perfilaría con quía de persiana, gama media, premarco, compacto incorporado, persiana de lamas de aluminio inyectado, con accionamiento manual mediante tomo y aireador según CTE.

V2	5	1.50		1.20	9.00			
V3	1	1.20		0.70	0.84			
						9.840	132.98	1308.52

5.2 M2 Carpintería de aluminio lacado, en ventana corredera.

Carpintería de aluminio lacado color a elegir por la propiedad, en puerta balconera de dos hojas correderas y dos hojas fijas (según proyecto), perfilaría con guía de persiana, gama media, con premarco, compacto incorporado (monoblock), persiana de lamas de aluminio inyectado, con accionamiento manual mediante torno y aireador según CTE (Según caso).

V1	1	2.95		2.10	6.20			
						6.20	172.34	1068.51

5.3 UD Puerta de entrada acorazada.

Block de puerta de entrada acorazada normalizada, acabado con tablero liso en ambas caras en madera de pino país y cerradura de seguridad con tres puntos frontales de cierre, según planos de ejecución.

1.00	611.77	611.77
------	--------	--------

5.4 UD Puerta de paso interior.

M2. Puerta de paso ciega formada por tablero rechapado en madera de Roble, rebajado y con moldura, de medidas 2030 x 725/ 825 x 35 mm. Precerco en madera de pino de 90x35 mm, cerco visto de 90x30 mm rechapado en roble y tapajuntas de 70x10 rechapado igualmente. Con 4 pernios de latón, resbalón de petaca Tesa modelo 2005 ó similar y manivela con placa. Totalmente montada, incluso en p.p. de medios auxiliares. Incluye aireador según CTE.

Dormitorios	3	0.82		2.10	5.17			
Baños	2	0.82		2.10	3.44			
Despensa	1	0.82		2.10	1.72			
						10.33	97.26	1004.70

RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
CAPITULO 5: Carpintería, cerrajería, vidrios y ayudas.								
SUBCAPÍTULO: Carpintería exterior e interior.								

5.5 UD Puerta de paso vidriera.

M2. Puerta de paso vidriera de una hoja formada por tablero rechapado de madera de Roble, rebajado y con moldura, de medidas 2030 x 725 / 825 x 35 mm (cada hoja). Precerco en madera de pino de 90x35 mm, cerco visto de 90x30 mm rechapado de madera de roble y tapajuntas de 70x10 rechapado igualmente. Con 4 pernios de latón, resbalón de petaca Tesa modelo 2005 ó similar y manivela con placa. Totalmente montada, incluso en p.p. de medios auxiliares. Incluye aireador según CTE.

Cocina	1	0.80		2.10	1.68			
						1.68	134.48	225.93

TOTAL SUBCAPITULO Carpintería exterior e interior.....	4219.43
---	----------------

RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
CAPITULO 5: Carpintería, cerrajería, vidrios y ayudas.								
SUBCAPÍTULO: Vidrios.								

5.6 m2 Vidrios ventanas.

m² Doble acristalamiento estándar, 6/6/10

Doble acristalamiento estándar, 6/6/10, con calzos y sellado continuo.

V2	5	1.50		1.20	9.00			
V3	1	1.20		0.70	0.84			
V1	1	2.95		2.10	6.2			
						16.04	30.12	483.12

5.7 m2 Vidrios interiores.

m² Acristalamiento con vidrio mateado tratado al ácido de 4 mm.

Acristalamiento con vidrio mateado tratado al ácido de 4 mm de espesor colocado sobre carpintería interior de madera.

Puerta cocina	1	0.50		1.15	0.58			
						0.58	33.23	19.27

TOTAL SUBCAPITULO Vidrios.....								502.39
---------------------------------------	--	--	--	--	--	--	--	---------------

RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
CAPITULO 5: Carpintería, cerrajería, vidrios y ayudas.								
SUBCAPÍTULO: Ayudas.								

5.8 m2 Ayudas de albañilería instalación audiovisual.

Ayudas de albañilería en edificio de vivienda unifamiliar, para instalación audiovisual (instalación individual de TV, instalaciones de interfonía y/o vídeo).

85.00	0.63	53.55
-------	------	-------

5.9 m2 Ayudas de albañilería instalación de fontanería.

Ayudas de albañilería en edificio de vivienda unifamiliar, para instalación de fontanería.

85.00	2.54	215.90
-------	------	--------

5.10 m2 Ayudas de albañilería instalación de iluminación.

Ayudas de albañilería en edificio de vivienda unifamiliar, para instalación de iluminación.

85.00	0.09	7.65
-------	------	------

5.11 m2 Ayudas de albañilería instalación protección contra incendios.

Ayudas de albañilería en edificio de vivienda unifamiliar, para instalación de protección contra incendios.

85.00	0.19	16.15
-------	------	-------

5.12 m2 Ayudas de albañilería instalación de salubridad.

Ayudas de albañilería en edificio de vivienda unifamiliar, para instalación de salubridad.

85.00	1.5	127.50
-------	-----	--------

5.13 m2 Ayudas de albañilería instalación de aparatos sanitarios.

Ayudas de albañilería en edificio de vivienda unifamiliar, para el recibido de los aparatos sanitarios.

85.00	0.68	57.80
-------	------	-------

5.14 m2 Ayudas de albañilería colocación de carpinterías.

Ayudas de albañilería en edificio de vivienda unifamiliar, para el recibido de la carpintería exterior.

85.00	0.61	51.85
-------	------	-------

TOTAL SUBCAPITULO Ayudas.....	530.40
TOTAL CAPITULO Carpintería, cerrajería, vidrios y ayudas.....	5252.22

RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
CAPITULO 6: Instalaciones.								
SUBCAPÍTULO: infraestructura común de telecomunicaciones.								

6.1 M Canalización externa enterrada.

Canalización externa enterrada formada por 3 tubos de polietileno de 63 mm de diámetro, en edificación de hasta 4 PAU.

5.00	12.89	64.45
------	-------	-------

6.2 M Canalización de enlace superior fija.

Canalización de enlace superior fija en superficie formada por 4 tubos de PVC rígido de 40 mm de diámetro.

3.00	16.24	48.72
------	-------	-------

6.3 M Canalización secundaria empotrada.

Canalización secundaria empotrada en tramo comunitario, formada por 4 tubos de PVC flexible, corrugados, reforzados de 25 mm de diámetro, en edificación de 1 PAU.

10.00	4.94	49.40
-------	------	-------

6.4 Ud. Registro de terminación.

Registro de terminación de red de plástico, con caja única para todos los servicios.

1.00	34.99	34.99
------	-------	-------

TOTAL SUBCAPITULO Infraestructura común de telecomunicación.....	197.56
---	---------------

RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
CAPITULO 6: Instalaciones.								
SUBCAPÍTULO: infraestructura común audiovisual.								

6.5 Ud. Sistema individual de TV vía terrestre.

Sistema individual de TV vía terrestre con antena fijada sobre mástil de 3,00 m de altura y 4 bases de toma, para vivienda unifamiliar.

1.00	443.82	443.82
------	--------	--------

6.6 Ud. Sistema individual de TV vía satélite.

Sistema individual de TV vía satélite formado por antena parabólica Off-Set de 80 cm de diámetro y 4 bases de toma, para vivienda unifamiliar.

1.00	601.01	601.01
------	--------	--------

6.7 Ud. Sistema individual de telefonía.

Sistema individual de telefonía con 2 bases de toma para vivienda unifamiliar.

1.00	100.10	100.10
------	--------	--------

6.8 Ud. Video-portero convencional B/N para vivienda unifamiliar.

Video-portero convencional B/N para vivienda unifamiliar.

1.00	998.76	998.76
------	--------	--------

TOTAL SUBCAPITULO Infraestructura común audiovisual.....	2143.69
---	----------------

RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
CAPITULO 6: Instalaciones.								
SUBCAPÍTULO: infraestructura común eléctrica.								

6.9 Ud. Red de toma de tierra.

Red de toma de tierra para estructura de hormigón del edificio con 103 m de conductor de cobre desnudo de 35 mm².

1.00	458.28	458.28
------	--------	--------

6.10 Ud. Red de equipotencialidad en cuarto de baño

Red de equipotencialidad en cuarto de baño.

2.00	30.97	64.94
------	-------	-------

6.11 Ud. Caja de protección y medida.

Caja de protección y medida, instalada en el interior de hornacina mural, intensidad 63 A para 1 contador monofásico en vivienda unifamiliar o local.

1.00	176.80	176.80
------	--------	--------

6.12 m Derivación individual monofásica.

Derivación individual monofásica fija en superficie para vivienda, formada por cables unipolares con conductores de cobre, ES07Z1-K (AS) 2x25+1G16 mm², siendo su tensión asignada de 450/750 V, bajo tubo protector de PVC rígido, blindado, de 32 mm de diámetro.

5.00	18.56	94.66
------	-------	-------

6.13 Ud. Red eléctrica de derivación interior.

Red eléctrica de distribución interior de una vivienda unifamiliar con electrificación básica formada por: Salón-comedor, cocina, galería, distribuidor, 3 dormitorios y 2 baños y compuesta de: cuadro general de mando y protección; circuitos interiores con cableado bajo tubo protector; mecanismos gama media (tecla o tapa: blanco; marco: blanco; embellecedor: blanco).

1.00	2729.50	2729.50
------	---------	---------

TOTAL SUBCAPITULO Infraestructura común eléctrica.....							3529.18
---	--	--	--	--	--	--	----------------

RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
CAPITULO 6: Instalaciones.								
SUBCAPÍTULO: infraestructura común de fontanería.								

6.14 Ud. Acometida enterrada.

Acometida enterrada de abastecimiento de agua potable de 4 m de longitud, formada por tubo de polietileno de alta densidad (PE-100), de 25 mm de diámetro exterior, PN=16 atm y llave de corte de compuerta alojada en arqueta prefabricada de polipropileno.

1.00	68.44	68.44
------	-------	-------

6.15 Ud. Tubería de alimentación de agua potable.

Tubería de alimentación de agua potable de 8 m de longitud de polietileno reticulado (PEX), de 20 mm de diámetro exterior, PN=10 atm, colocada superficialmente, con llave de corte de compuerta.

1.00	35.23	35.23
------	-------	-------

6.16 Ud. Preinstalación de contador general.

Preinstalación de contador general de agua de 1/2" DN 15 mm, colocado en hornacina, con llave de corte general de compuerta.

1.00	49.99	49.99
------	-------	-------

6.17 Ud. Instalación interior de fontanería para cuarto de baño.

Instalación interior de fontanería para cuarto de baño con dotación para: inodoro, lavabo sencillo, pie de ducha, bidé, realizada con polietileno reticulado (PEX), para la red de agua fría y caliente.

2.00	405.86	811.72
------	--------	--------

6.18 Ud. Instalación interior de fontanería para cocina y galería.

Instalación interior de fontanería para cocina y galería con dotación para: fregadero, toma y llave de paso para lavavajillas, toma y llave de paso para lavadora, realizada con polietileno reticulado (PEX), para la red de agua fría y caliente.

2.00	259.70	519.40
------	--------	--------

6.19 Ud. Termo eléctrico

Ud. Termo eléctrico vertical/horizontal para el servicio de a.c.s acumulada, JUNKERS modelo HS 50-3B, con una capacidad útil de 50 litros. Potencia 1,6 KW. Ajuste de temperatura en intervalos de 10°C y tensión de alimentación a 230 V. Tiempo de calentamiento 109 minutos. Testigo luminoso de funcionamiento y display con indicación de temperatura. Depósito de acero vitrificado. Aislamiento de espuma de poliuretano sin CFC y ánodo de sacrificio de magnesio. Presión máxima admisible de 8 Bar. Dimensiones 682 mm. De alto y 452 mm. De diámetro.

1.00	217.63	217.63
------	--------	--------

TOTAL SUBCAPITULO Infraestructura de fontanería.....								1702.41
---	--	--	--	--	--	--	--	----------------

RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
CAPITULO 6: Instalaciones.								
SUBCAPÍTULO: Infraestructura común de salubridad.								

6.20 Ud. Red de evacuación para cuarto de baño.

Red interior de evacuación para cuarto de baño con dotación para: inodoro, lavabo sencillo, pie de ducha, bidé, realizada con tubo de PVC, serie B para la red de desagües.

2.00	203.81	407.62
------	--------	--------

6.21 Ud. Red de evacuación para cocina.

Red interior de evacuación para cocina con dotación para: fregadero, toma y llave de paso para lavavajillas, toma y llave de paso para lavadora, realizada con tubo de PVC, serie B para la red de desagües.

1.00	94.36	94.36
------	-------	-------

6.22 m. Colector enterrado de PVC, serie B de 160 mm de diámetro.

Colector suspendido de PVC, serie B de 160 mm de diámetro, pegada mediante adhesivo.

15.00	20.27	304.05
-------	-------	--------

6.23 Ud. Extractor de cocina.

Extractor de cocina, de dimensiones 218x127x304 mm, velocidad 2250 r.p.m., caudal de descarga libre 250 m³/h, con tramo de conexión de tubo flexible de aluminio.

1.00	74.47	74.47
------	-------	-------

6.24 m. Conducto circular tubo tipo shunt.

Conducto circular, tubo tipo shunt de chapa de acero galvanizado de pared simple helicoidal, de 200 mm de diámetro, para instalación de ventilación. Incluye capota de terminación.

9.00	17.87	160.83
------	-------	--------

TOTAL SUBCAPITULO Infraestructura común de salubridad.....	1041.33
TOTAL CAPITULO Instalaciones.....	8614.17

RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
CAPITULO 7: Aislamientos e impermeabilizaciones.								
SUBCAPÍTULO: Aislamientos e impermeabilizaciones.								

7.1 Ud. Aislamiento de pacas de paja.

Ud. Aislamiento en fachada y cubierta formado por pacas de pajas de alto nivel aislante, de dimensiones (0.42 x 0.50 x 0.75) m.

Fachada	1					263.00		
Cubierta	1					312.00		
						575.00	1.95	1121.25

7.2 m2. Barrera de vapor.

M2. Lámina bituminosa de oxiasfalto, LO-30/PE (95), UNE-EN 13707, con armadura de film de polietileno de 95 g/m², de superficie no protegida.

Lámina oxiasfalto	1				139.00			
						139.00	10.78	1498.42

7.3 m2. Impermeabilizante.

M2. Lámina asfáltica con armadura de fibra de vidrio (60 g/m²), con lamina de plástico de ambas caras, con una masa nominal de 4 Kg /m².

Lámina asfáltica	1					21.63		
						21.63	10.00	216.30

TOTAL SUBCAPITULO Aislamientos e impermeabilizaciones.....								2835.97
TOTAL CAPITULO Aislamientos e impermeabilizaciones.....								2835.97

RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
CAPITULO 8: Cubiertas.								
SUBCAPÍTULO: Cubiertas inclinadas.								

8.1 M3. De Vigas de madera resinosa (Douglas).

M3. De Vigas de madera resinosa (Douglas), (So1), de dimensiones (150 x 150) mm, y con una separación de 0.50 m, M3. De viga cumbrera (PF), sobrepasando 0.50 m la vertical de la pared para conseguir un alero en cubierta, de dimensiones (200 x 200) mm, M3. Viga baja (PSA). De dimensiones (200 x 200) mm, sobresaliendo de la cubierta para dar formación al alero. Ud. Cuñas (Ech2) para viga baja (PSA), el ángulo de estas debe permitir a la viga, formar la pendiente del tejado.

Vigas (So1)	20	10.60	0.15	0.15	4.77			
Viga cumbrera (PF)	1	10.6	0.2	0.2	0.424			
Viga baja (PSA)	2	10.6	0.2	0.2	0.848			
Traviesas (En3)	5	0.52	0.04	0.10	0.010			
Cuñas (Ech2)	16	0.08	0.04	0.08/2	0.002			
						6.054	510.81	3092.44

8.2 M. De cabios (CH), de 50 cm de altura.

M. De cabios (CH), de 50 cm de altura para alojar la paja y clavadas con armazones separados por 0.5 m, protección frente a agentes bióticos que se corresponde con la clase de penetración P1, trabajado en taller.

Cabios (CH)	44	5.99	0.04	0.5				
						5.27	311.48	1641.87

RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
CAPITULO 8: Cubiertas.								
SUBCAPÍTULO: Cubiertas inclinadas.								

8.3 M3. De pilar de viga cumbrera.

M3. De pilar de viga cumbrera de madera resinosa, de dimensiones (40 x 100) mm, medidas las cuñas para recibir la viga cumbrera.

Postes de ángulo (PA)	(16)	0.1	0.04	1.30	0.083			
Traviesas (En4)	12	0.1	0.04	0.52	0.025			
Cuñas (Ech1)	8	0.20	0.04	0.20/2	0.006			
						0.114	534.54	61.15

(*) Postes en ángulo serían 8, pero lo doblamos para poner las dimensiones del poste sencillo.

8.4 M3. De postes del muro piñón (Po3).

M3. De postes del muro piñón (Po3), de dimensiones (40 x 100) mm, separados cada 0.60m

Soporte (Po3)	48							
						0.144	511.50	73.66

8.5 m2. Enablado base de tablero de madera.

Enablado base de tablero hidrofugado de conglomerado de madera de 19 mm de espesor, colocado con fijaciones mecánicas.

Cubierta	1				127.00			
						127.00	12.29	1560.89

RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
CAPITULO 8: Cubiertas.								
SUBCAPÍTULO: Cubiertas inclinadas.								

8.6 M2. Tabla de madera de pino machihembrada de 22mm de espesor.

M2. Tabla de madera de pino machihembrada de 22mm de espesor

Machihembrado	1				127.00			
						127.00	12.76	1620.52

8.7 m2. Cobertura de teja cerámica.

M2. Cobertura de teja cerámica mixta a elegir por la propiedad, recibida sobre rastreles de madera previamente anclados, i/p.p. de piezas especiales y costes indirectos.

Cubierta 1	1					127.00		
						127.00	21.70	2755.90

8.8 M2. De mortero Greb en Cubierta.

M2. De mortero Greb en cubierta, compuesto de 4 partes de serrín de madera blanca, 3 partes de arena, 1 parte de cal aérea, 1 parte de cemento. Espesor 60 mm, armado y reforzado con malla antiálcalis en los cambios de material y en los frentes de forjado. También incluye unidad de clavos necesaria.

Mortero Greb	1					139.00		
						139.00	14.04	1951.56

8.9 m2. Panel sándwich.

M2. Cubierta completa formada por panel sándwich con núcleo aislante con características técnicas según proyecto de ejecución; perfil anclado a la estructura mediante ganchos o tornillos autorroscantes,i/p.p. de tapajuntas, remates, piezas especiales de cualquier tipo, medios auxiliares.

Cubierta 2	1	28.42			28.42			
						28.42	28.23	802.29

TOTAL SUBCAPITULO Cubiertas inclinadas.....								13560.28
TOTAL CAPITULO Cubiertas.....								13560.28

RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
CAPITULO 9: Revestimientos, suelos y pavimentos y falsos techos.								
SUBCAPÍTULO: Alicatados.								

9.1 m2. Alicatado con azulejo liso.

Alicatado con azulejo liso, 1/0/H/-, 20x20 cm, 8 €/m2, colocado en paramentos interiores con enfoscado de mortero de cemento (no incluido en este precio), mediante adhesivo cementoso de uso exclusivo para interiores, Ci gris, sin junta (separación entre 1,5 y 3 mm). Medido sin deducir huecos.

Baño 1	1	8.86		2.70	23.92			
Baño 2	1	7.70		2.70	20.79			
Cocina	1	14.24		2.70	38.45			
Galería	1	8.44		2.70	22.79			
						105.95	20.04	2123.24

TOTAL SUBCAPITULO Alicatados.....	2123.24
--	----------------

RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
CAPITULO 9: Revestimientos, suelos y pavimentos y falsos techos.								
SUBCAPÍTULO: Pinturas en paramentos interiores y conglomerantes.								

9.2 m2. Pintura plástica con textura lisa.

Pintura plástica con textura lisa, color a elegir por la propiedad, acabado mate, sobre paramentos horizontales y verticales interiores de yeso o escayola, preparación del soporte con plaste de interior, mano de fondo y dos manos de acabado (rendimiento: 0,125 l/m2 cada mano).

Igual a partida Yeso en paramentos verticales	1	181.06			181.06			
Igual a partida falso techo de escayola lisa	1	73.06			73.06			
						254.12	8.17	2076.16

9.3 m2. Barniz sobre carpintería de madera.

M2. Barnizado de carpintería de madera interior con Procobar filtro 10 o similar, lijado y relijado dos manos y una mano de imprimación.

Carpintería de madera por las dos caras.	12	0.82	-	2.10	20.66			
						20.66	6.97	144.00

9.4 m2. Enfoscado de cemento, maestreado.

Enfoscado de cemento, maestreado, aplicado sobre paramentos verticales interiores, acabado superficial rugoso, con mortero de cemento M-5.

Baño 2	1	7.95		2.70	23.92			
Baño 1	1	7.70		2.70	20.79			
Cocina	1	14.24		2.70	38.45			
Galería	1	8.44		2.70	22.79			
						105.95	13.26	1404.89

RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
CAPITULO 9: Revestimientos, suelos y pavimentos y falsos techos.								
SUBCAPÍTULO: Pinturas en paramentos interiores y conglomerantes.								

9.5 m2. Revestimiento de yeso paramentos verticales.

Revestimiento de yeso de construcción B1, proyectado, maestreado, sobre paramento vertical, previa colocación de malla antiálcalis en cambios de material, acabado enlucido con yeso de aplicación en capa fina C6. Medido sin deducir huecos.

Comedor	1	19.16		2.70	51.73			
Distribuidor	1	11.10		2.70	29.97			
Dormitorio Principal	1	12.76		2.70	34.45			
Dormitorio 1	1	11.80		2.70	31.86			
Dormitorio 2	1	12.24		2.70	33.05			
						181.06	11.91	2156.42

9.6 m2. Revestimiento con mortero monocapa.

Revestimiento de paramentos exteriores de ladrillo cerámico con mortero monocapa para la impermeabilización y decoración de fachadas, acabado con árido proyectado, color blanco, espesor 15 mm.

Alzado principal	1				32.28			
Alzado derecho	1	10.60		2.39	23.64			
	2	1.45		2.39	6.47			
Alzado posterior	1				32.28			
Alzado izquierdo	1	10.60		2.39	23.64			
Zócalos	3	10.60		1.00	31.80			
	1	5.60		1.00	5.60			
	2	1.45		1.00	2.90			
	1	4.40		1.00	4.40			
						163.01	16.63	2710.85

TOTAL SUBCAPITULO Pinturas en paramentos interiores y conglomerantes.....	8492.32
--	----------------

RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
CAPITULO 9: Revestimientos, suelos y pavimentos y falsos techos.								
SUBCAPÍTULO: Suelos y pavimentos.								

9.7 m2. Solado de baldosas cerámicas de gres esmaltado tipo C1.

Solado de baldosas cerámicas de gres esmaltado de 41x41 cm, 8 €/m2, colocadas sobre capa de refuerzo de 4 cm de mortero de cemento, recibidas con adhesivo cementoso de uso exclusivo para interiores, C1 sin ninguna característica adicional, modelo a elegir por la propiedad, y rejuntadas con lechada de cemento blanco, L, BL-V 22,5, para junta mínima (entre 1,5 y 3 mm), coloreada con la misma tonalidad de las piezas. Incluye la p.p de rodapié del mismo material.

Comedor	1	24.77			24.77			
Distribuidor	1	4.59			4.59			
Dormitorio Principal	1	10.13			10.13			
Dormitorio 1	1	8.40			8.40			
Dormitorio 2	1	9.25			9.25			
Galería	1	3.95			3.95			
						61.09	41.46	2532.79

9.8 m2. Solado de baldosas cerámicas de gres esmaltado tipo C2.

Solado de baldosas cerámicas de gres esmaltado, de 41x41 cm, 8 €/m2, colocadas sobre capa de refuerzo de 4 cm de mortero de cemento, recibidas con adhesivo cementoso de uso exclusivo para interiores, C2 sin ninguna característica adicional, modelo a elegir por la propiedad, y rejuntadas con lechada de cemento blanco, L, BL-V 22,5, para junta mínima (entre 1,5 y 3 mm), coloreada con la misma tonalidad de las piezas. Incluye la p.p de rodapié del mismo material.

Cocina	1	11.97			11.97			
Baño 1	1	4.24			4.24			
Baño 2	1	3.43			3.43			
						19.64	41.34	811.92

RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
CAPITULO 9: Revestimientos, suelos y pavimentos y falsos techos.								
SUBCAPÍTULO: Suelos y pavimentos.								

9.9 m2. Solado de gres antideslizante para exteriores.

M2. Solado de baldosa de gres antideslizante 31x31 cm., para exteriores e interiores (resistencia al deslizamiento $R_d > 45$ s/ UNE-ENV 12633 CLASE 3), recibido con mortero de cemento y arena de río M 5 según UNE-EN 998-2, i/cama de 2 cm. de arena de río, p.p. de rodapié del mismo material de 7 cm., rejuntado y limpieza, s/ CTE BD SU y NTE-RSB-7.

Porche	1	25.05			25.05			
						25.05	31.12	779.56

TOTAL SUBCAPITULO Suelos y pavimentos.....	6160.27
---	----------------

RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
CAPITULO 9: Revestimientos, suelos y pavimentos y falsos techos.								
SUBCAPÍTULO: Falsos techos.								

9.10 m2. Falso techo continuo de placas de escayola lisa.

Falso techo continuo de placas de escayola lisa, con sujeción mediante estopada colgante.

Comedor	1	24.77			24.77			
Distribuidor	1	4.59			4.59			
Dormitorio Principal	1	10.13			10.13			
Dormitorio 1	1	8.40			8.40			
Dormitorio 2	1	9.25			9.25			
Galería	1	3.95			3.95			
Cocina	1	11.97			11.97			
						73.06	12.55	916.90

9.11 m2. Falso techo registrable de placas de escayola desmontable.

Falso techo registrable de placas de escayola desmontable 60x60, con perfilaría vista blanca estándar.

Baño 1	1	4.24			4.24			
Baño 2	1	3.43			3.43			
						7.67	14.15	108.53

TOTAL SUBCAPITULO Falsos techos.....								1040.04
TOTAL CAPITULO Revestimientos, suelos y pavimentos, y falsos techos.....								17792.26

RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
CAPITULO 10: Señalización y equipamiento								
SUBCAPÍTULO: Baños.								

10.1 Ud. Lavabo de encastrar de porcelana sanitaria.

Ud. Lavabo para encastrar en encimera de Roca modelo Java en blanco de 56x47 cm., con grifería de Roca modelo Monodín cromado ó similar, válvula de desagüe de 32 mm., llaves de escuadra de 1/2" cromadas, sifón individual de PVC y latiguillos flexibles de 20 cm., totalmente instalado.

2.00	151.83	303.66
------	--------	--------

10.2 Ud. Bidé de porcelana sanitaria.

Ud. Bidé de Roca modelo Victoria en blanco, con grifería de Roca modelo Monodín cromada, sifón individual PVC 40 mm., válvula de desagüe 32 mm., llave de escuadra 1/2" cromada y latiguillo flexible 20 cm., totalmente instalado.

2.00	132.58	265.16
------	--------	--------

10.3 Ud. Inodoro de porcelana sanitaria de tanque bajo.

Ud. Inodoro de Roca modelo Victoria de tanque bajo en blanco, con asiento pintado en blanco y mecanismos, llave de escuadra 1/2" cromada, latiguillo flexible de 20 cm., empalme simple PVC de 110 mm., totalmente instalado.

2.00	161.35	322.70
------	--------	--------

10.4 Ud. Bañera de acero

Ud. Bañera de acero de Roca modelo Contesa en blanco de 1,40 - 1,70 m., con grifería baño-ducha-teléfono de Roca modelo Monodín o similar y válvula con rebosadero de 32-40 mm., totalmente instalado.

2.00	106.31	212.62
------	--------	--------

TOTAL SUBCAPITULO Señalización y equipamiento.....	1101.14
---	----------------

RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
CAPITULO 10: Señalización y equipamiento								
SUBCAPÍTULO: Zonas comunes.								

10.5 Ud. Buzón.

Buzón exterior, revistero, metálico, con tratamiento anticorrosión por cataforesis, acabado con pintura epoxi, apertura hacia abajo, serie básica.

1.00	30.80	30.80
------	-------	-------

TOTAL SUBCAPITULO Zonas comunes.....	30.80
TOTAL CAPITULO Señalización y equipamiento.....	1134.94

RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
CAPITULO 11: Gestión y transporte de residuos.								
SUBCAPÍTULO: Gestión y transporte de residuos.								

11.1 Ud. Gestión y transporte de residuos.

Gestión y transporte de residuos de vivienda unifamiliar.

TOTAL SUBCAPITULO Gestión y transporte de residuos.....	192.00
TOTAL CAPITULO Gestión y transporte de residuos	393.73

RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
CAPITULO 12: Control de calidad y ensayos.								
SUBCAPÍTULO: Estructuras de hormigón.								

12.1 Ud. Ensayo madera.

Ensayo sobre una muestra de madera resinosa con determinación de: sección media equivalente, características geométricas del corrugado, doblado simple, doblado/desdoblado, límite elástico, carga de rotura, alargamiento en rotura e identificación del fabricante.

UNE 56528	1				1.00	120.44		
UNE EN 13183-1	1				1.00	77.50		
UNE 56543	1				1.00	165.92		
						363.82		363.82

12.2 Ud. Ensayo hormigón.

Ensayo completo sobre una muestra de hormigón fresco, incluyendo: medida de asiento de cono de Abrams, fabricación de 3 probetas, curado, refrentado y rotura a compresión.

Cimentación	2				2.00			
						2.00	37.17	74.34

TOTAL SUBCAPITULO Estructuras de hormigón.....	438.16
TOTAL CAPITULO Control de calidad y ensayos.....	438.16

RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
CAPITULO 13: Seguridad y Salud.								
SUBCAPÍTULO: Partidas de Seguridad y Salud.								

13.1 Ud. de partidas de Seguridad y Salud según Estudio de Seguridad.

1.00	741.60	741.60
------	--------	--------

TOTAL SUBCAPITULO Seguridad y Salud.....	741.60
TOTAL CAPITULO Seguridad y Salud.....	741.60

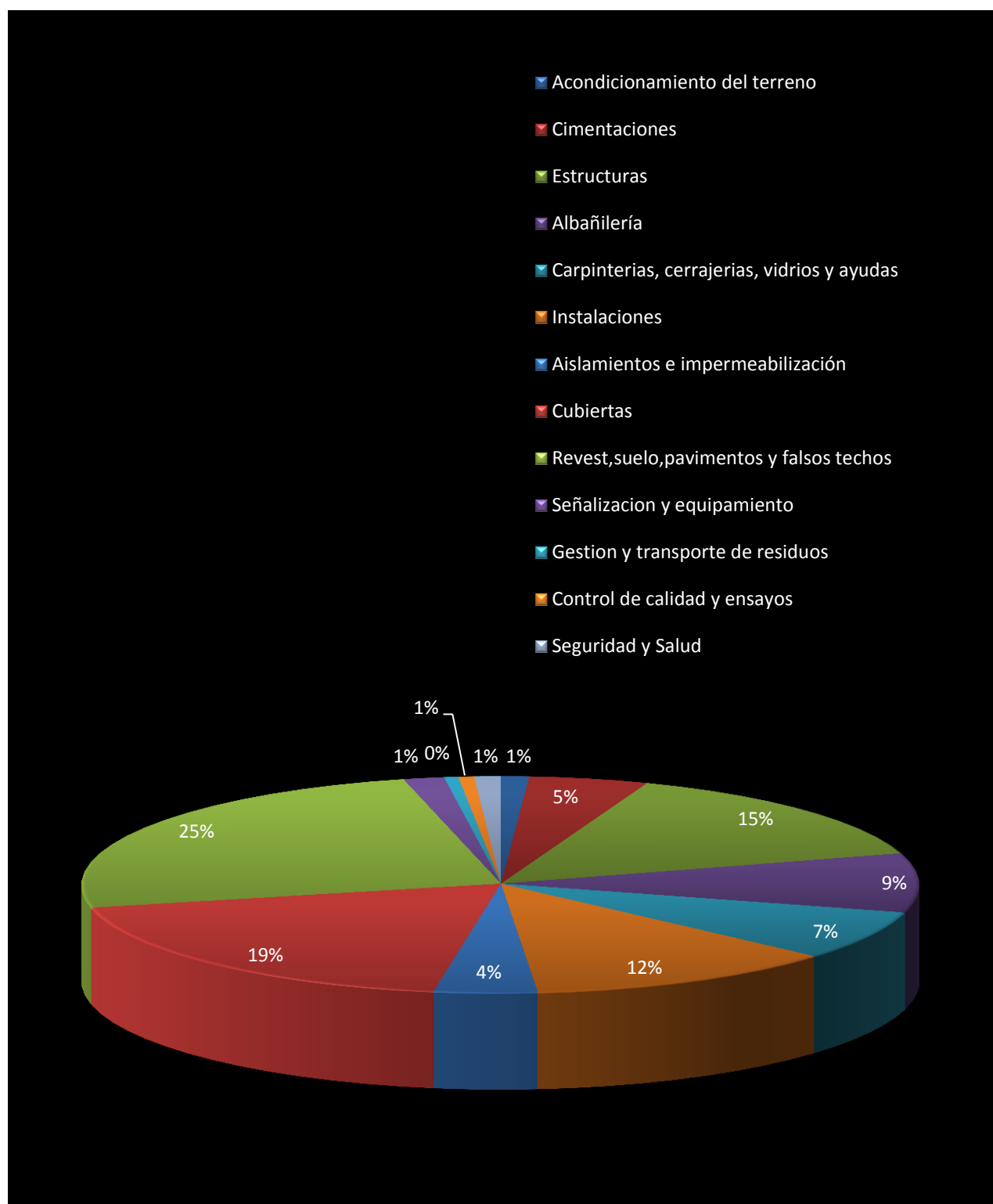
➤ Resumen del presupuesto:

Vivienda unifamiliar aislada tipo Greb.		
1	Acondicionamiento del terreno.....	778.43
2	Cimentaciones.....	3327.26
3	Estructuras.....	10585.34
4	Albañilería.....	6336.61
5	Carpinterías, cerrajerías, vidrios y ayudas.....	5252.22
6	Instalaciones.....	8614.17
7	Aislamientos e impermeabilizaciones.....	2835.97
8	Cubiertas.....	13560.28
9	Revestimientos, suelos y pavimentos y falsos techos.	17792.26
10	Señalización y equipamiento.....	1134.94
11	Gestión y transporte de residuos.....	393.73
12	Control de calidad y ensayos.....	438.16
13	Seguridad y Salud.....	741.60
<u>TOTAL EJECUCIÓN MATERIAL</u>		<u>71790.97</u>
<u>TOTAL PRESUPUESTO CONTRATA</u>		<u>85431.25</u>
<u>TOTAL PRESUPUESTO GENERAL</u>		<u>103371.81</u>

Asciende el presupuesto general a la expresada cantidad de CIENTO TRES MIL TRESCIENTOS SETENTA Y UNO euros con OCHENTA Y UN céntimos.

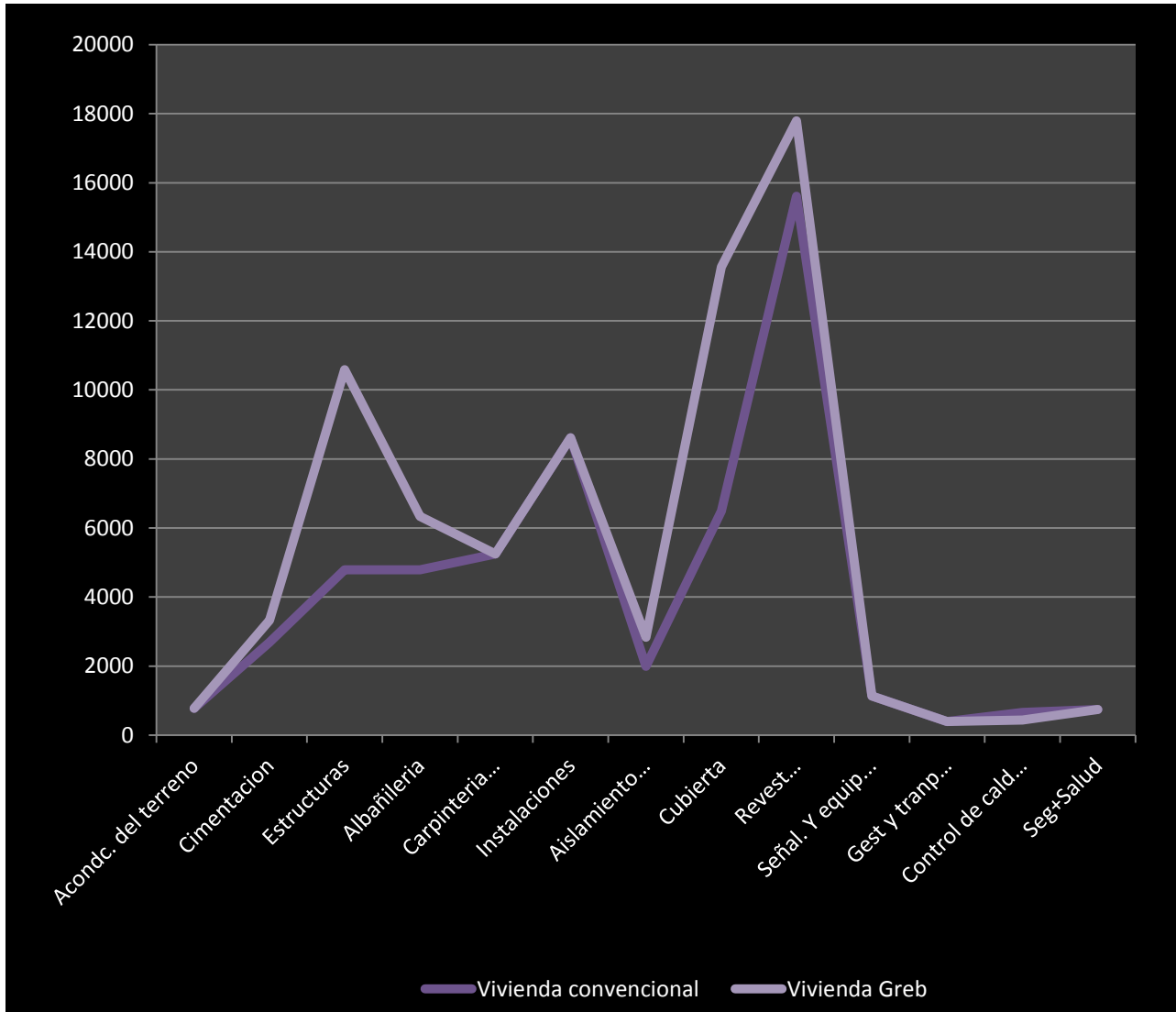
(Toda la documentación aportada en este capítulo sobre los presupuestos esta recapitulada en los precios descompuestos de la construcción de la Región de Murcia y de la página: Arquitectura-y-paja.org)

➤ Gráfico porcentual presupuestario:



(Gráfico de elaboración propia)

➤ **Gráfico de comparación presupuestario entre ambas viviendas:**



(Gráfico de elaboración propia)

Bajo el estudio detallado se muestra que ambas viviendas, muestran similitud en el presupuesto, menos en: Estructuras, albañilería, aislamiento, cubierta y revestimientos. La diferencia en presupuesto de ambas viviendas es de 31553.69 euros, no obstante las calidades de esta última son notablemente superiores al resto.

➤ Análisis de la inversión vivienda Greb:

El incremento presupuestario más notable en la comparación de ambas viviendas se muestra en el capítulo de estructuras por la creación de un forjado sanitario inexistente en la vivienda convencional, bajo el interés de fomentar que cada gasto e incremento en la vivienda Greb es una inversión de futuro en cuanto a demanda energética se refiere.

31553.69 € es la diferencia entre una edificación y otra, pues bien, la amortización sin tener en cuenta el % de IVA en facturación del gasto de la luz.

Tipo de vivienda	Consumo energético	Gasto económico
Vivienda convencional	7384.20 KWh/año	1074.98 € KWh/año
Vivienda Greb	1676.30 KWh/año	244.03 € KWh/año
Diferencia de consumo	5707.90 KWh/año	803.95 € KWh/año

(Fuente ANEXO 1: Certificación energética)

El valor del KWh en Iberdrola según la tarifa TUR que elegimos y explicamos en el siguiente capítulo es de 0.145578 €/KWh.

- Por tanto cada año la vivienda Greb amortiza su inversión en **803.95 € KWh**.
- A los 10 años la vivienda Greb amortiza su inversión en **8030.95 € KWh**.
- A los 50 años la vivienda Greb amortiza su inversión en **41547.50 € KWh**.

“La diferencia abismal en cuanto a consumo energético entre ambas partes, consigue la rentabilidad de la que en un principio parecía una vivienda mucho más cara”.

**(*) “DOCUMENTACIÓN ANEXO 1”: Certificación energética
(Lider y Calener Vyp).**

➤ **Descripción de la vivienda unifamiliar aislada tipo GREB, empleando el método de la autoconstrucción.**

Bajo la propuesta de este tipo de ejecución, cabe decir, que lo que más nos llama la atención es el bajo presupuesto que nos costaría realizar este tipo de viviendas unifamiliares: “20.000 euros”.

El proceso de trabajo que lleva la mano de obra en el ejercicio de la edificación, oscila alrededor del 30% de presupuesto final, sin embargo se ha de constatar que el tiempo que desempeñe el auto-constructor en el trabajo de edificar la vivienda también vale dinero. Sin olvidar las distintas especializaciones de los agentes que intervienen en el proceso de ejecución de una vivienda:

- Albañilería.
- Carpintería.
- Yesero.
- Topografía.
- Pintura.
- Fontanería.
- Electricidad.
- Saneamiento.
- Cimentación.
- Estructura...

Así, como una de las partes más importantes dentro de la ejecución de una vivienda es la coordinación de la obra, fundamentales en la valoración del tiempo de intervención de cada uno de los agentes anteriormente expuestos, como en la garantía de resolución de incidencias que pudieran ocasionarse dentro de la obra. Son los responsables de la correcta ejecución como de garantía de la calidad de la edificación.

Cálculo aproximado de la autoconstrucción	
Coste Total de la obra:	<u>71790.97</u>
Reducción del 30 %	21537.29
Precio Autoconstrucción:	<u>(50253.68 + IVA)</u>

(Fuente propia)

“Por tanto vemos que el presupuesto no oscilaría entre los 20.000 euros, a pesar de las infimas calidades de construcción”.

“Premisa no cumplida”

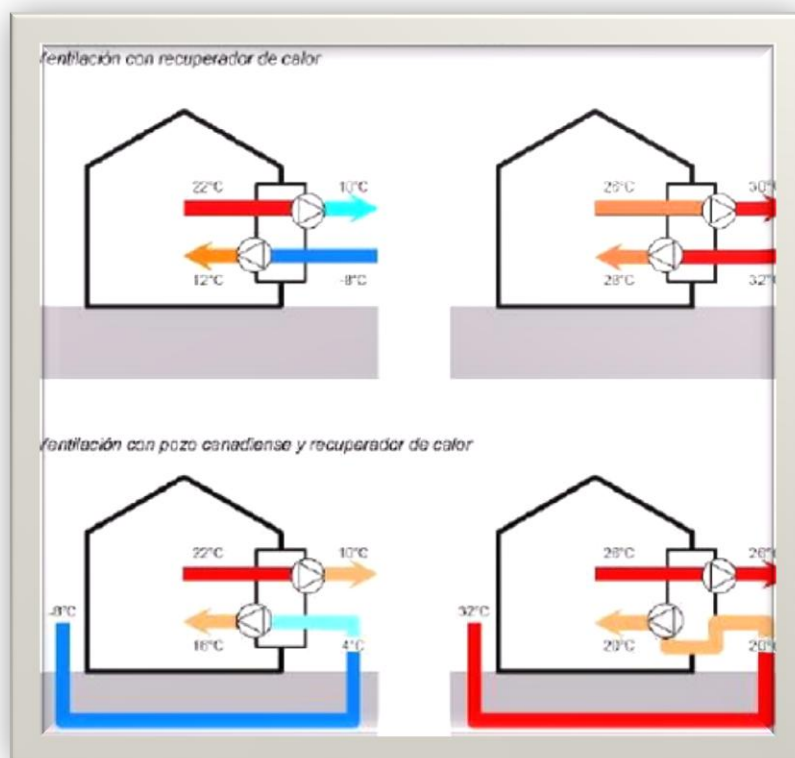


Viabilidad del pozo Canadiense:

❖ Análisis de coste del ciclo de vida del pozo Canadiense:

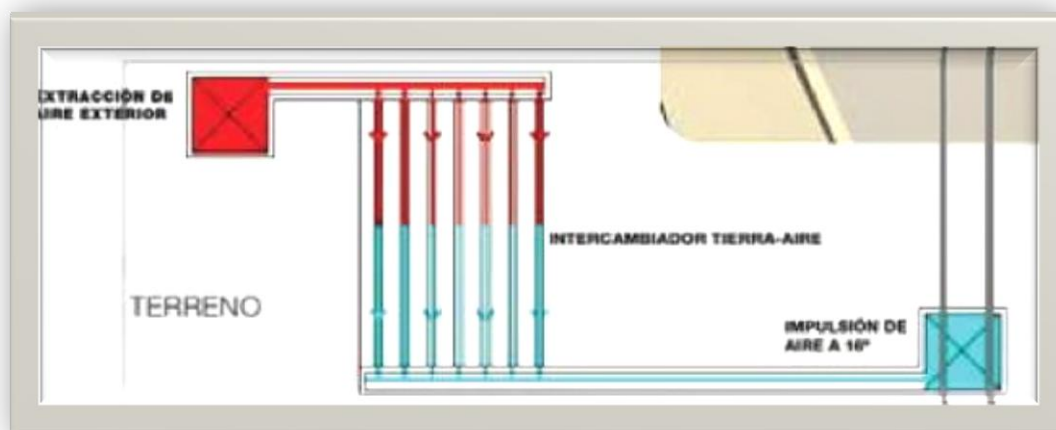
➤ Descripción de la instalación:

Los intercambiadores tierra-aire utilizan el subsuelo para enfriamiento y calentamiento de una corriente de aire que circula a través de tubos que se entierran para tal propósito, contribuyendo a reducir la temperatura del aire que ingresa en los edificios durante el verano y aumentándola durante el invierno. Su uso en acondicionamiento térmico de edificios se ha extendido en los últimos años, haciéndose particularmente útil en invernaderos, en los que en muchos casos permite un ahorro de más del 45% de sus requerimientos energéticos y en edificios públicos (hoteles, escuelas). Estos sistemas son utilizados para el acondicionamiento directo de la temperatura interior de las construcciones. Los conductos enterrados funcionan en bucle cerrado con el espacio a climatizar. En dicho bucle un impulsor fuerza la circulación de aire. El aire puede ser forzado a través del bucle diversas veces para alcanzar determinada temperatura tras un cierto número de circulaciones. Estos sistemas, conocidos desde antiguo (pozo provenzal, pozo canadiense), ya generaron interés en la última década de los años setenta y primeros ochenta aunque no alcanzaron una amplia aceptación. La tendencia actual hacia tecnologías más sostenibles ha generado el resurgir del interés en el concepto de los intercambiadores tierra-aire. En origen el pozo provenzal fue una canalización en piedra enterrada en el flanco de una colina que servía para canalizar por convección natural un flujo de aire que transitaba desde una boca externa a través de una conducción hacia la pieza principal de las construcciones tradicionales. En invierno la tierra recalienta este aire entrante mientras que en verano lo enfría gracias a la inercia térmica del suelo. Un sistema poco sofisticado y de baja eficiencia pero que en una edificación provenzal tradicional, donde la inercia térmica es elevada debido a la existencia de muros o paredes de gran espesor y pocas aberturas, el resultado es más que apreciable. El pozo provenzal es de hecho un intercambiador geotérmico que asegura la función de climatización estival o invernal del aire de ventilación. Este sistema es llamado también pozo canadiense en referencia a la función de precalentamiento invernal del aire de ventilación.

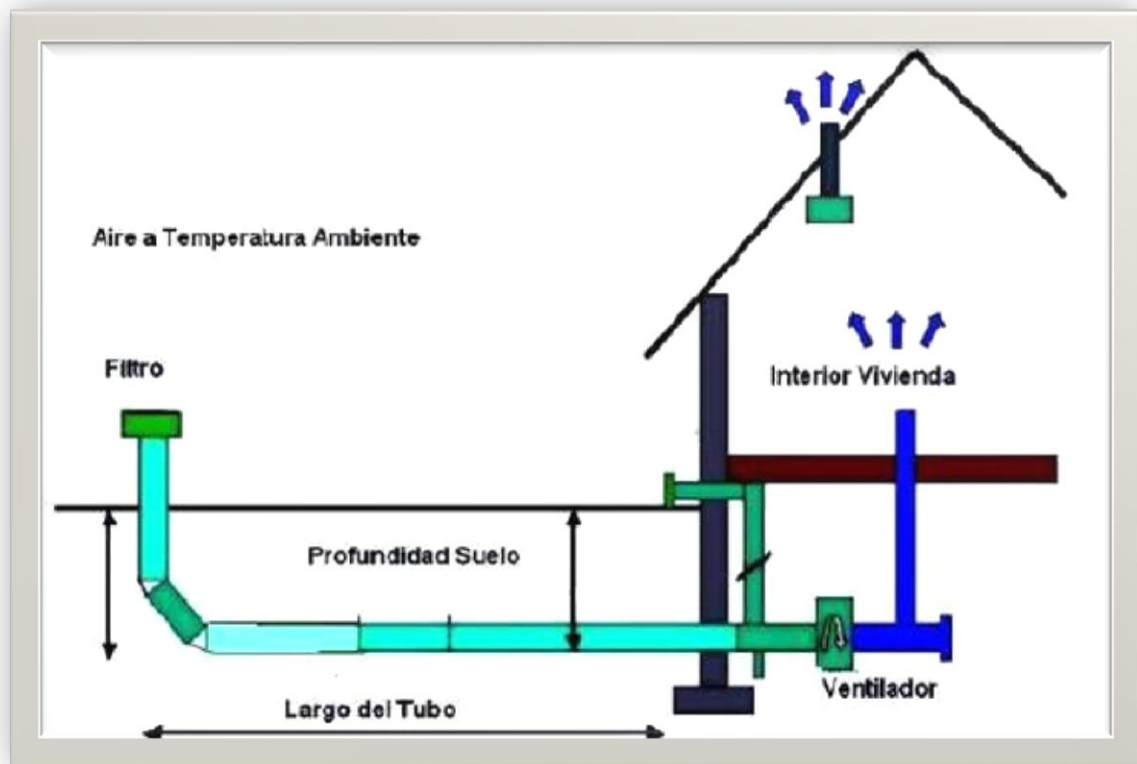


(Documentación aportada por: Asociación de Ingenieros Industriales de Madrid. Climatización. Boletín informativo Núm. 16 - Mayo 2009)

Los intercambiadores de calor tierra aire se basan en la utilización de la energía térmica del subsuelo para pre-tratar el aire de ventilación de los edificios. El aire así obtenido presenta un mayor grado de confort térmico al obtener un aire más cálido del habitual en tiempo frío y más fresco en tiempo caluroso. La temperatura del subsuelo inmediato en nuestras latitudes es relativamente constante alrededor de los 15°C a 2 m de profundidad.



(Demostraciones experimentales del Laboratorio de Control de Calidad de la Edificación de la Junta de Extremadura)



(Documentación aportada por: Diseño de un intercambiador de calor aire-tierra para generar calefacción y climatización de edificios. Facultad de ciencias físicas y matemáticas, Departamento de ingeniería mecánica (Universidad de Chile))

El sistema consta básicamente de un tubo, que tiene una salida al interior de la vivienda y otra al exterior, como se aprecia en la Figura superior. Este tubo se encuentra enterrado a varios metros de profundidad, en contacto con la tierra, con lo cual se extrae aire desde el exterior mediante un ventilador, se hace pasar el aire por el largo del tubo, calentando o enfriando el aire dependiendo del periodo, para luego inyectar el aire en la vivienda. Para una correcta implementación en un edificio moderno el procedimiento es mejorado mediante la solución de los posibles problemas de condensación en las canalizaciones así como la optimización de la regulación térmica mediante el reparto de aire a cada pieza o volumen individual así como un correcto tratamiento del nivel sonoro del soplado dentro del pozo dado que dicho soplado en la actualidad es asistido por extractores o ventiladores. Las ventajas del pozo provenzal son numerosas. En principio requiere una inversión mucho menor que una climatización reversible convencional, especialmente si el diseño del edificio ya contempla dicha posibilidad, y por otra parte los requerimientos energéticos son

completamente marginales implicando así mismo un entretenimiento y mantenimiento muy sobrios. Debe destacarse que el sistema es especialmente duradero y completamente sostenible y ecológico. En la actualidad los intercambiadores tierra aire y los pozos provenzales pueden optimizarse mediante el uso de dispositivos capaces de sacar partido de las inercias térmicas diarias y estacionales existentes en el subsuelo. Básicamente se trata de implementar en el sistema mediante relleno de los conductos, o soluciones alternativas, un acumulador térmico mediante el uso de materiales que posean una buena capacidad calorífica capaz de retardar la oscilación térmica en vez de simplemente templarla. El flujo de aire debe ser homogéneo para que el intercambio de calor entre el aire y el material sea óptimo. El sistema se basa en un fenómeno físico complejo y sorprendente por el que el aire si bien solo necesita unos instantes para atravesar el dispositivo sale con una temperatura equivalente a la que entró unas horas antes con decalajes que pueden alcanzar las 12 horas (Hollmuller et al., 2006).

➤ Presupuesto de la inversión inicial:

Una vez identificado el pozo Canadiense y sus partes, pasamos a detallar el presupuesto de la misma. Para esto se ha usado el generador de Precios de Cype Ingenieros.

En resumen el presupuesto de la inversión propiamente dicha queda de la siguiente manera:

<u>Intercambiador tierra-aire</u>	
	TOTAL
Excavación	1677.50
Relleno zanja	1064.50
Tubo polipropileno	4824.50
Chimenea	140.42
Aspirador giratorio	184.48
Conductos aire interior	812.75
Sumidero sinfónico	62.40
Termostato	95.95
Ventilador	477.56
Bypass	50.80
Rejillas	248.29
Filtros	52.12
	9691.27

(Fuente: Cype)

➤ Gastos de mantenimiento:

Mantenimiento

Partes de la instalación	Mantenimiento decenal	Nº unidades o ml	Mantenimiento anual
Excavación	0.00	50.00	0.00
Relleno zanja	0.00	50.00	0.00
Tubo polipropileno	15.54	1.00	77.70
Chimenea	6.83	1.00	1.37
Aspirador giratorio	20.29	1.00	2.03
Conductos aire interior	2.65	25.00	5.30
Sumidero sinfónico	14.35	1.00	1.44
Termostato	19.19	1.00	1.92
Ventilador	453.68	1.00	45.37
Bypass	15.24	1.00	1.52
Rejillas	6.03	7.00	6.03
Filtros	9.88	1.00	0.99
TOTAL	563.68		143.66
	EUROS/10 AÑOS		EUROS ANUALES

(Fuente propia)

El manual de mantenimiento de Cype nos indica como mantenimiento a realizar el siguiente:

POR EL USUARIO

Cada 6 meses:

Observación del estado de las aberturas y limpieza de las mismas.

POR EL PROFESIONAL CUALIFICADO

Cada año:

Comprobación de que no existen problemas de funcionamiento en los conductos de extracción y de que los aparatos que evacúan en ellas no sufren anomalías en la evacuación (falta o exceso de tiro).

Comprobación del funcionamiento adecuado de la aspiración.

Inspección visual del estado del aspirador.

Cada 5 años:

Comprobación de la estanqueidad de los conductos de extracción.

Limpieza de los conductos de extracción.

Limpieza del aspirador, eliminando aquellos elementos que se hayan podido fijar sobre él, con cuidado de que no caigan restos al interior de los conductos.

Limpieza de las aberturas.

Cada 10 años:

Completa revisión de la instalación

1. Gastos al final de la vida útil:

Al final de la vida útil se producen una serie de gastos a tener en cuenta como son los de demolición, gestión de residuos y reciclaje. Los costes de demolición se determinan asemejando la demolición de la instalación a la demolición de una instalación de saneamiento enterrado ya que se asemeja a esta en todos los sentidos. El precio se obtiene de la base de Precios de la Construcción.

- Costos de demolición:

Ud. Desmontado de la instalación de intercambiador tierra-aire con grado de complejidad alta son recuperación de elementos, a una profundidad máxima de 2 m, tubos, cajas, mecanismos, para una superficie de abastecimiento de 100 m², incluso, retirada de escombros y carga sobre camión, para posterior transporte a vertedero.

Costo de demolición= 783.12 euros.

- Costos de reciclaje:

Se toma un 5 €/m² igual que en un edificio de viviendas puesto que los residuos que genera la instalación son propios de cualquier construcción.

Costo de reciclaje= 5 €/m² x 25= 125 euros.

- Costos de gestión de residuos:

M3. Transporte de residuos inertes con camión:

Transporte con camión de mezcla sin clasificar de residuos inertes producidos en obras de construcción y/o demolición, a vertedero específico, instalación de tratamiento de residuos de construcción y demolición externa a la obra o centro de valorización o eliminación de residuos, situado a 10 km de distancia.

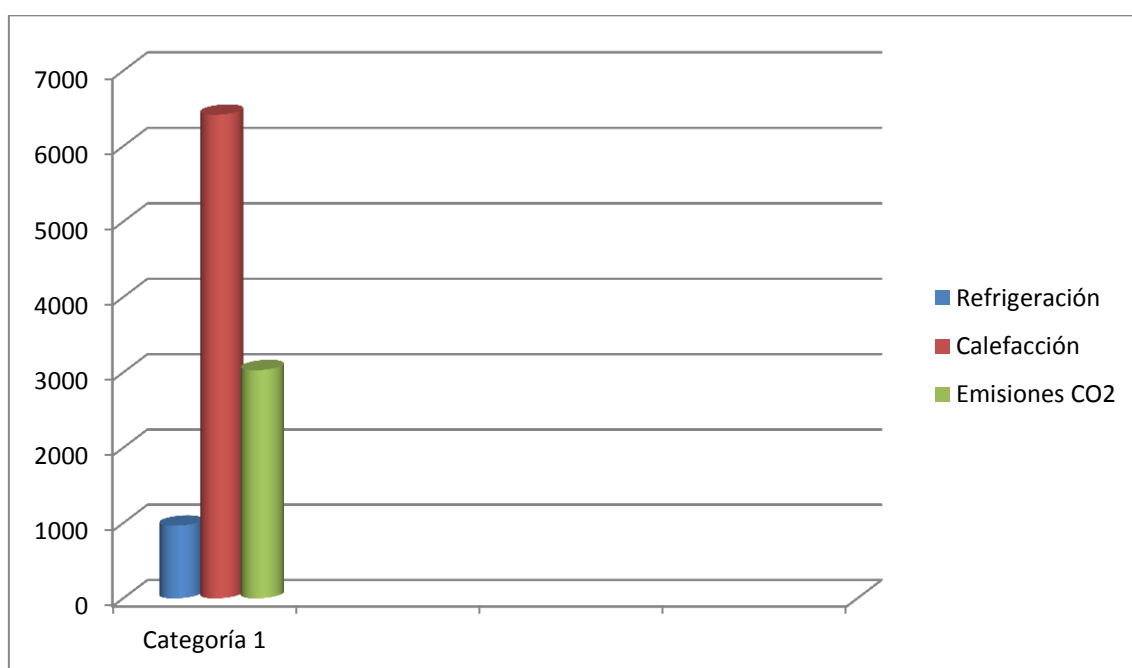
Costo de gestión de residuos = 1.70 €/m³ x 50= 87.50 euros.

❖ Simulación energética:

➤ Vivienda convencional sin intercambiador:

Para poder comparar el ahorro energético que supone esta instalación a la vivienda, se han hecho simulaciones energéticas con el programa LIDER.

En primer lugar se ha hecho una simulación de la vivienda convencional, sin esta instalación “Pozo Canadiense” y así hemos obtenido el consumo de refrigeración y calefacción que esta tendría de partida. Los resultados son:



Descripción de las características energéticas del edificio:

Consumo de refrigeración anual	966.10 KWH/año
Consumo de calefacción anual	6418.10 KWH/año
Emisiones de CO2 anual por m2	3032.10 KWH/año

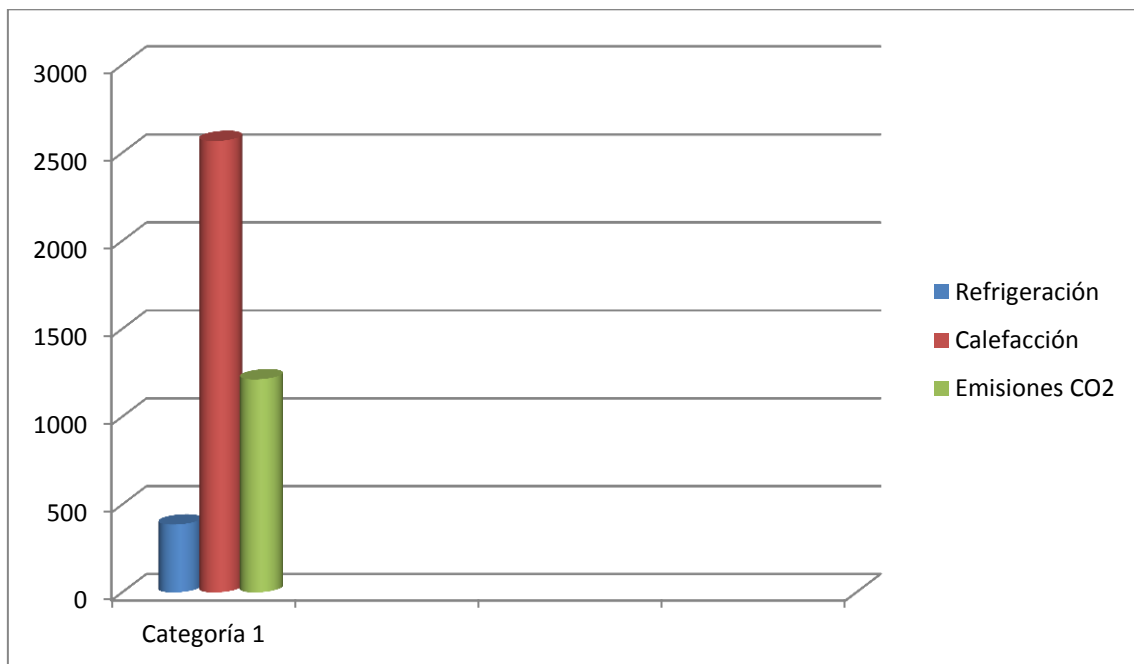
(*) “DOCUMENTACIÓN ANEXO 1”: Certificación energética (Lider y Calener Vyp).

Cumpliendo la normativa expuesta en:

“DOCUMENTACIÓN”: Normativa de la certificación energética.

➤ Vivienda convencional con intercambiador:

En segundo lugar hemos hecho una segunda simulación añadiendo a esta vivienda el sistema de intercambiador tierra-aire (Pozo Canadiense), y las características de este tipo de viviendas anteriormente expuestas, obteniendo como resultado:



(Fuente propia)

Descripción de las características energéticas del edificio:

Consumo de refrigeración anual	386.44 KWH/año
Consumo de calefacción anual	2567.24 KWH/año
Emisiones de CO2 anual por m2	1212.84 KWH/año

(Simulación, teniendo en cuenta que un intercambiador recupera desde un 25% hasta un 35% de calor, sumando que el aire que retoma este sistema no es mezclado con el aire exterior como casos habituales, sino que recoge el aire tratado por el Pozo Canadiense a una temperatura más suave tanto en verano como en invierno, por ello supongo un 40 % en demanda energética para la misma vivienda, dado que ningún programa gratuito o conocido sería capaz de introducir este sistema geotérmico calculando sus demandas energéticas, pese a que anteriormente constataba que recuperaba un 45% según estudios realizados).

➤ Resumen de consumos:

CONSUMO VIVIENDA sin intercambiador		CONSUMO VIVIENDA con intercambiador	
Refrigeración	6418.10 KWH/año	Refrigeración	2567.24 KWH/año
Calefacción	966.10 KWH/año	Calefacción	386.44 KWH/año
	7384.20 KWH/año		2956.68 KWH/año

(Fuente propia)

Podemos observar que este tipo de edificación produce importantes ahorros de energía tanto en refrigeración como en calefacción.

❖ Valoración económica:

Se estudia la viabilidad económica de la instalación para una vida útil de esta de 50 años. En primer lugar determinamos el IPC a aplicar en el estudio. Para ello tomamos los datos ofrecidos por el INE (Instituto Nacional de Estadística) sobre la media anual de los últimos años

Variación de las medias anuales									
2011	2010	2009	2008	2007	2006	2005	2004	2003	200
+3.2	+1.8	-0.3	+4.1	+2.8	+3.5	+3.4	+3.0	+3.0	+3.5

(Fuente INE)

Por tanto con estos datos hallamos la media del IPC de los últimos 3 años.

IPC (Media 3 últimos años)			
Variación IPC			
2011	2010	2009	Media
3.2	1.8	-0.3	1.567

(Fuente propia)

Además tomamos un índice de rentabilidad nominal de 3.8 según fuentes del Banco de España (según el último informe publicado).

TIPOS DE INTERÉS Y MERCADOS FINANCIEROS NACIONALES

CUADRO 2

%	2008	2009	2010	2011			2012	
	Dic	Dic	Dic	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb (a)
TIPOS BANCARIOS (b)								
HOGARES E ISFLSH								
Crédito para adquisición de vivienda	5,83	2,62	2,66	3,75	3,72	3,66
Crédito para consumo y otros fines	8,83	6,96	6,35	7,47	7,22	7,29
Depósitos	2,79	1,39	1,70	1,72	1,73	1,72
SOCIEDADES NO FINANCIERAS								
Crédito (c)	4,87	2,95	3,24	4,05	3,91	4,02
MERCADOS FINANCIEROS (d)								
Letras del Tesoro a seis-doce meses	2,18	0,80	3,05	3,27	4,58	3,40	2,15	1,35
Deuda pública a cinco años	3,46	2,73	4,64	4,46	5,49	4,63	4,12	3,83
Deuda pública a diez años	3,86	3,80	5,37	5,25	6,19	5,50	5,40	5,13
Diferencial de rentabilidad con el bono alemán	0,81	0,62	2,47	3,24	4,22	3,43	3,44	3,26
Prima de los seguros de riesgo crediticio a cinco años de empresas no financieras (e)	2,87	0,72	1,70	2,41	2,69	2,69	2,58	2,18
IBEX 35 (f)	-39,43	29,84	-17,43	-9,17	-14,30	-13,11	-0,67	-0,45

FUENTES: Datastream y Banco de España.

(Fuente Banco de España)

Con esto hallamos el valor real que emplearemos en nuestros cálculos según la fórmula:

$$i \text{ real} = \frac{1 + i \text{ nominal}}{1 + \text{IPC}} - 1$$

Cálculo tasa de descuento:

	%	Valor
i nominal	3.8	0.0380
IPC anual	1.57	0.0157
I real	2.20	0.0220

(Fuente propia)

Por tanto nuestra i real será: 0,022 ó 2,20%.

Seguidamente transformaremos los consumos obtenidos en la simulación a gastos. Para ello multiplicaremos por el precio del kWh según la compañía eléctrica Iberdrola para el año 2012 según tarifa TUR sin discriminación horaria (la más frecuente en viviendas).

TARIFAS DE ÚLTIMO RECURSO A APLICAR EN EL ÚLTIMO TRIMESTRE DE 2012

TARIFAS	CONDICIONES DE APLICACIÓN	TÉRMINO DE POTENCIA €/kW AÑO	TÉRMINO DE ENERGÍA €/kWh	
TUR sin discriminación horaria	Potencia no superior a 10 kW	21,893189	0,145578	
TUR con discriminación horaria 2	Potencia no superior a 10 kW y equipo de medida adecuado	21,893189	Período tarifario 1	0,178438
			Período tarifario 2	0,059070
TUR con discriminación horaria 3	Potencia no superior a 10 kW y equipo de medida adecuado	21,893189	Período tarifario 1	0,179448
			Período tarifario 2	0,070800
			Período tarifario 3	0,050795

(Fuente: www.iberdrola.es)

Este valor es de 0.145578 €/kWh y por tanto ya podemos calcular el gasto económico en primer lugar de la vivienda convencional, teniendo en cuenta también los precios con supuestas subidas de esta tarifa. En concreto estudiaremos 3 casos, subida del 3%, del 5% y del 10% anual.

➤ **Estudio económico del consumo eléctrico en la vivienda sin intercambiador:**

CONSUMO	
Refrigeración:	966.10 KWH/año
Calefacción:	6418.10 KWH/año
TOTAL:	7384.20 KWH/año

Precio anual del consumo eléctrico				
	Actual	Más 3%	Más 5%	Mas 10%
	<u>0.145578</u>	0.14994534	0.1528569	0.1601358
Gasto luz	1074.977068	1107.22638	1128.725921	1182.474774
	10.74979068	11.0722638	11.28725921	11.82474774
				€/m2 anuales

(Fuente propia)

➤ **Estudio económico del consumo eléctrico en la vivienda con intercambiador:**

CONSUMO	
Refrigeración:	386.44 KWH/año
Calefacción:	2567.24 KWH/año
TOTAL:	2953.68 KWH/año

Precio anual del consumo eléctrico				
	Actual	Más 3%	Más 5%	Mas 10%
	<u>0.145578</u>	0.14994534	0.1528569	0.1601358
Gasto luz	429.990827	442.8905519	451.4903684	472.9899097
	4.29990827	4.428905519	4.514903684	4.729899097
				€/m2 anuales

(Fuente propia)

En último lugar describir el valor al que pretendemos llegar, **VAN**:

-Valor Actual Neto: Valor presente de la diferencia entre los flujos de caja futuros tanto positivos como negativos:

$$VAN = \sum \frac{\text{Ingresos}}{(1+i)^j} - \sum \frac{\text{Gastos}}{(1+i)^k}$$

i = Rentabilidad del proyecto

Como **Gastos** se toman los gastos de construir la instalación, el mantenimiento de esta y los gastos de la etapa final (demolición, reciclaje y gestión de residuos).

Como **Ingresos** se han considerado los ahorros en consumo energético (en €) producidos por el intercambiador ya que esto es lo que se obtiene a cambio de dicha instalación.

Con todo esto procedemos a mostrar los cálculos realizados en una hoja de cálculo analizando todos los gastos e ingresos de la instalación a lo largo de su vida útil (50 años) y teniendo en cuenta los flujos de caja de dichos gastos a través del VAN.

➤ Amortización (VAN) :

	CONCEPTOS			TOTAL	1	2
GASTOS	ETAPA INICIAL	EXCAVACIÓN		1677.50		
		RELLENO ZANJA		1064.50		
		TUBO		4824.50		
		CHIMENEA		140.42		
		ASPIRADOR		184.48		
		CONDUCTOS AIRE		812.75		
		SUMIDERO SIFONICO		62.40		
		TERMOSTATO		95.95		
		VENTILADOR		477.56		
		BYPASS		50.80		
		REJILLAS		248.29		
		FILTROS		52.12		
	VIDA UTIL	MANTENIMIENTO		7183.00	143.66	143.66
	ETAPA FINAL	DEMOLICIÓN		783.12		
		GESTION DE RESIDUOS		87.50		
		RECICLAJE		125.00		
TOTAL GASTOS			17869.89	143.66		
INGRESOS	CONSUMOS	Sin instalación		53748.85	1074,977068	1074.977068
		Con instalación		23649.49	472,9899097	472.9899097
	TOTAL AHORRO			30099.36	601,9871583	601.9871583
TOTAL NETO				22916.36	458,3271583	458.3271583
VAN				13835.999	448.4610159	438.8072563

3	4	5	6	7	8	9
143,66	143,66	143,66	143,66	143,66	143,66	143,66
143,66	143,66	143,66	143,66	143,66	143,66	143,66
1074,977068	1074,977068	1074,977068	1074,977068	1074,977068	1074,977068	1074,977068
472,9899097	472,9899097	472,9899097	472,9899097	472,9899097	472,9899097	472,9899097
601,9871583	601,9871583	601,9871583	601,9871583	601,9871583	601,9871583	601,9871583
458,3271583	458,3271583	458,3271583	458,3271583	458,3271583	458,3271583	458,3271583
429,3613075	420,1186962	411,0750452	402,2260717	393,5675848	385,0954841	376,8057575

10	11	12	13	14	15	16
143,66	143,66	143,66	143,66	143,66	143,66	143,66
143,66	143,66	143,66	143,66	143,66	143,66	143,66
1074,977068	1074,977068	1074,977068	1074,977068	1074,977068	1074,977068	1074,977068
472,9899097	472,9899097	472,9899097	472,9899097	472,9899097	472,9899097	472,9899097
601,9871583	601,9871583	601,9871583	601,9871583	601,9871583	601,9871583	601,9871583
458,3271583	458,3271583	458,3271583	458,3271583	458,3271583	458,3271583	458,3271583
368,6944789	360,7578072	352,9919835	345,3933303	337,9582488	330,683218	368,6944789

17	18	19	20	21	22	23
143,66	143,66	143,66	143,66	143,66	143,66	143,66
143,66	143,66	143,66	143,66	143,66	143,66	143,66
1074,977068	1074,977068	1074,977068	1074,977068	1074,977068	1074,977068	1074,977068
472,9899097	472,9899097	472,9899097	472,9899097	472,9899097	472,9899097	472,9899097
601,9871583	601,9871583	601,9871583	601,9871583	601,9871583	601,9871583	601,9871583
458,3271583	458,3271583	458,3271583	458,3271583	458,3271583	458,3271583	458,3271583
316,5996013	309,7843457	303,1157982	296,5908006	290,2062628	283,9591612	277,8465374

24	25	26	27	28	29	30
143,66	143,66	143,66	143,66	143,66	143,66	143,66
143,66	143,66	143,66	143,66	143,66	143,66	143,66
1074,977068	1074,977068	1074,977068	1074,977068	1074,977068	1074,977068	1074,977068
472,9899097	472,9899097	472,9899097	472,9899097	472,9899097	472,9899097	472,9899097
601,9871583	601,9871583	601,9871583	601,9871583	601,9871583	601,9871583	601,9871583
458,3271583	458,3271583	458,3271583	458,3271583	458,3271583	458,3271583	458,3271583
271,8654965	266,013206	260,2868943	254,6838496	271,8654965	243,8370043	238,5880668

31	32	33	34	35	36	37
143,66	143,66	143,66	143,66	143,66	143,66	143,66
143,66	143,66	143,66	143,66	143,66	143,66	143,66
1074,977068	1074,977068	1074,977068	1074,977068	1074,977068	1074,977068	1074,977068
472,9899097	472,9899097	472,9899097	472,9899097	472,9899097	472,9899097	472,9899097
601,9871583	601,9871583	601,9871583	601,9871583	601,9871583	601,9871583	601,9871583
458,3271583	458,3271583	458,3271583	458,3271583	458,3271583	458,3271583	458,3271583
233,4521202	228,4267321	223,5095226	218,698163	213,9903747	209,3839283	204,8766422

38	39	40	41	42	43	44
143,66	143,66	143,66	143,66	143,66	143,66	143,66
143,66	143,66	143,66	143,66	143,66	143,66	143,66
1074,977068	1074,977068	1074,977068	1074,977068	1074,977068	1074,977068	1074,977068
472,9899097	472,9899097	472,9899097	472,9899097	472,9899097	472,9899097	472,9899097
601,9871583	601,9871583	601,9871583	601,9871583	601,9871583	601,9871583	601,9871583
458,3271583	458,3271583	458,3271583	458,3271583	458,3271583	458,3271583	458,3271583
200,4663818	196,1510585	191,9286287	187,7970926	183,7544938	179,7989176	175,9284908

45	46	47	48	49	50	
143,66	143,66	143,66	143,66	143,66	143,66	
143,66	143,66	143,66	143,66	143,66	1139,28	
1074,977068	1074,977068	1074,977068	1074,977068	1074,977068	1074,977068	
472,9899097	472,9899097	472,9899097	472,9899097	472,9899097	472,9899097	
601,9871583	601,9871583	601,9871583	601,9871583	601,9871583	601,9871583	
458,3271583	458,3271583	458,3271583	458,3271583	458,3271583	-537,2928417	
172,1413804	168,435793	164,8099736	161,262205	157,7908073	-180,9948696	

Como vemos el VAN resultante es de 13835.999 €, es positivo, por tanto la instalación podemos afirmar que es rentable y que el ahorro que supone es de esta cantidad (teniendo en cuenta la actualización de los ingresos al valor actual).

Pero en este cálculo no hemos tenido en cuenta las posibles subidas de la tarifa de la luz y para esto necesitamos recalcular el valor de los ingresos teniendo en cuenta esta subida. Analizaremos tres posibles subidas (3% anual, 5% y 10%) dado que la energía es un bien escaso y ante el panorama que nos rodea no es descabellado pensar que pueda someterse a importantes subidas:

(**) “DOCUMENTACIÓN ANEXO 2”: VAN (Valor Actual Neto)

Y ya con estos nuevos valores de ingresos podemos calcular en VAN para cada año (y para cada subida 3%, 5% y 10%) y saber el periodo de retorno o tiempo de amortización de la instalación, ya que cuando los valores del VAN de cada año supere la inversión inicial (en este caso 9691.27 €) puede decirse que está amortizada. Vemos este cálculo en la última tabla:

	AÑOS	SUMA VAN>9691,27	VAN AÑO 1	VAN AÑO 2	VAN AÑO 3	VAN AÑO 4
Sin subida	29	9960,545	448,461016	438,807256	429,361308	420,118696
Subida 3%	25	9930,78127	509,471624	498,504525	487,773508	477,273491
Subida 5%	24	9867,12932	522,093933	510,855121	499,85824	489,098082
Subida 10%	22	9784,6839	553,639922	541,722037	530,060701	518,650393

	VAN AÑO 5	VAN AÑO 6	VAN AÑO 7	VAN AÑO 8	VAN AÑO 9	VAN AÑO 10	VAN AÑO 11
Sin subida	411,075045	402,226072	393,567585	385,095484	376,805757	368,694479	360,757807
Subida 3%	466,999502	456,946675	447,110249	437,485567	428,068069	418,853297	409,836885
Subida 5%	478,569552	468,267663	458,187537	448,3244	438,673582	429,23051	419,990715
Subida 10%	507,485707	496,561357	485,87217	475,413082	465,179141	455,1655	445,367417

	VAN AÑO 12	VAN AÑO 13	VAN AÑO 14	VAN AÑO 15	VAN AÑO 16	VAN AÑO 17	VAN AÑO 18
Sin subida	352,991984	345,39333	337,958249	330,683218	368,694479	316,599601	309,784346
Subida 3%	401,014565	392,382157	383,935575	375,670817	367,58397	359,671203	351,92877
Subida 5%	410,949819	402,103541	393,447692	384,978172	376,69097	368,582163	360,647909
Subida 10%	435,780251	426,399463	417,22061	408,239344	399,451413	390,852654	382,438997

	VAN AÑO 19	VAN AÑO 20	VAN AÑO 21	VAN AÑO 22	VAN AÑO 23	VAN AÑO 24	VAN AÑO 25
Sin subida	303,115798	296,590801	290,206263	283,959161	277,846537	271,865496	266,013206
Subida 3%	344,353004	336,940317	329,687199	322,590214	315,646002	308,851274	302,202812
Subida 5%	352,884451	345,288112	337,855296	330,582481	323,466224	316,503155	309,689976
Subida 10%	374,206455	366,15113	358,269207	350,556954	343,010718	335,626926	328,40208

	VAN AÑO 26	VAN AÑO 27	VAN AÑO 28	VAN AÑO 29	VAN AÑO 30	VAN AÑO 31	VAN AÑO 32
Sin subida	303,115798	296,590801	290,206263	283,959161	277,846537	271,865496	266,013206
Subida 3%	295,697468	289,33216	283,103875	277,009662	271,046636	265,211973	259,502909
Subida 5%	303,023459	296,50045	290,117857	283,872658	277,761896	271,782678	265,93217
Subida 10%	321,332759	314,415616	307,647374	301,024828	294,544841	288,204345	282,000338

	VAN AÑO 33	VAN AÑO 34	VAN AÑO 35	VAN AÑO 36	VAN AÑO 37	VAN AÑO 38	VAN AÑO 39
Sin subida	223,509523	218,698163	213,990375	209,383928	204,876642	200,466382	196,151059
Subida 3%	253,916741	248,450823	243,102566	237,869439	232,748961	227,73871	222,836311
Subida 5%	260,207603	254,606265	249,125504	243,762724	238,515385	233,381003	228,357146
Subida 10%	275,929881	269,990098	264,178179	258,491368	252,926975	247,482363	242,154954

	VAN AÑO 40	VAN AÑO 41	VAN AÑO 42	VAN AÑO 43	VAN AÑO 44	VAN AÑO 45	VAN AÑO 46
Sin subida	191,928629	187,797093	183,754494	179,798918	175,928491	172,14138	168,435793
Subida 3%	218,039443	213,345835	208,753263	204,259553	199,862576	195,560251	191,350539
Subida 5%	223,441434	218,631541	213,925186	209,320143	204,81423	200,405313	196,091305
Subida 10%	236,942225	231,841707	226,850986	221,967696	217,189527	212,514214	207,939544

	VAN AÑO 47	VAN AÑO 48	VAN AÑO 49	VAN AÑO 50			
Sin subida	164,809974	161,262205	157,790807	-180,99487			
Subida 3%	187,231447	183,201024	179,257362	-159,990412			
Subida 5%	191,870161	187,739884	183,698516	-155,644861			
Subida 10%	203,46335	199,083513	194,797958	-144,78435			

Como se observa en la tabla la instalación sin contemplar subidas de la tarifa eléctrica se amortizaría en 29 años.

- **Con la subida del 3% anual de la tarifa eléctrica se amortizaría en 25 años.**
- **Con la subida del 5% anual de la tarifa eléctrica se amortizaría en 24 años.**
- **Con la subida del 10% anual de la tarifa eléctrica se amortizaría en 22 años.**

Como conclusión podemos decir que la instalación de intercambiador tierra-aire propuesta es rentable para el caso estudiado y es tanto más rentable cuanto mayor es la subida del precio del kWh. Tiene un periodo de retorno que varía entre los 22 y los 29 años (dependiendo de la posible subida de la luz) que es un periodo bastante razonable para toda la vida útil que ofrece (50 años). Este sería por tanto un buen sistema para reducir consumos y costes de energía en una vivienda de estas características

❖ Presupuesto de ejecución material:

RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
Pozo Canadiense								

1.1 M3 Excavación en zanjas para instalaciones.

Excavación en zanjas para instalaciones en suelo de arena densa, con medios mecánicos, entibación semicuajada, retirada de los materiales excavados y carga a camión, sin incluir transporte a vertedero autorizado.

50.00	33.55	1677.50
-------	-------	---------

1.2 M3 Relleno principal de zanjas para instalaciones.

Relleno principal de zanjas para instalaciones, con zahorra natural caliza, compactación mediante equipo manual con bandeja vibrante.

50.00	21.29	1064.50
-------	-------	---------

1.3 Ud. Suministro e instalación de sumidero sinfónico de PVC con rejilla de acero inoxidable.

Suministro e instalación de sumidero sinfónico de PVC con rejilla de acero inoxidable de 100x100 mm y salidas vertical y horizontal, modelo SS-55 "ADEQUA". Incluso lámina impermeabilizante de PVC de 1,5x1,5 m, para la posterior impermeabilización del suelo y las paredes de la ducha, hasta 60 cm de altura. Totalmente montado, conexonado y probado por la empresa instaladora mediante las correspondientes pruebas de servicio (incluidas en este precio). Incluye: Replanteo. Colocación del desagüe. Conexonado. Realización de pruebas de servicio. Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.

1.00	62.40	62.40
------	-------	-------

RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
Pozo Canadiense								

1.4 m. Suministro y colocación de conducto geotérmico intercambiador de calor aire-tierra para acoplar a un sistema de ventilación, formado por tubo de polipropileno, modelo GEO"ALDER.

Suministro y colocación de conducto geotérmico intercambiador de calor aire-tierra para acoplar a un sistema de ventilación, formado por tubo de polipropileno, modelo GEO"ALDER", a de 200 mm de diámetro, color azul, interior con tratamiento bactericida, extremo abocardado y junta elástica, para unión por enchufe, enterrado, colocado sobre cama o lecho de arena de 10 cm de espesor, debidamente compactada y nivelada mediante equipo manual con pisón vibrante, relleno lateral compactando hasta los riñones y posterior relleno con la misma arena hasta 10 cm por encima de la generatriz superior del conducto. Incluso p/p de accesorios y piezas especiales. Sin incluir la rotura y restauración del firme existente, la excavación ni el posterior relleno principal. Totalmente montado, conexionado y probado. Incluye: Replanteo y trazado del conducto. Eliminación de las tierras sueltas del fondo de la excavación. Vertido de la arena en el fondo de la zanja. Presentación de tubos, accesorios y piezas especiales. Montaje del conjunto. Ejecución del relleno envolvente. Criterio de medición de proyecto: Longitud medida según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá la longitud realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto.

50.00	96.49	4824.50
-------	-------	---------

1.5 m. Chimenea para evacuación de humos y gases, de tubo de acero inoxidable de 300 mm de diámetro.

Chimenea para evacuación de humos y gases, de tubo de acero inoxidable de 300 mm de diámetro, con doble pared y aislante intermedio de 2.5 cm de espesor, con un incremento sobre el precio del tubo del 30% en concepto de piezas especiales (conexiones, garras y abrazaderas), para cualquier tipo de combustible, conforme a las especificaciones dispuestas en las normas UNE-EN 1856 y UNE-EN 1443, totalmente instalada, comprobada y en correcto funcionamiento según ITE 04.5 del RITE

1.00	140.42	140.42
------	--------	--------

1.6 Ud. Suministro y montaje de aspirador giratorio con sombrero dinámico, de aluminio.

Suministro y montaje de aspirador giratorio con sombrero dinámico, de aluminio (Dureza H-24), modelo 10" ECCO "EXTRACTORES EÓLICOS ECOLÓGICOS", para conducto de salida de 250 mm de diámetro exterior, para ventilación natural. Incluso p/p de elementos de anclaje y sujeción. Totalmente montado. Incluye: Replanteo. Colocación y fijación del aspirador mediante elementos de anclaje. Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.

1.00	184.48	184.48
------	--------	--------

RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
Pozo Canadiense								

1.7 m. Suministro e instalación de conducto circular de chapa de acero galvanizado de pared simple helicoidal.

Suministro e instalación de conducto circular de chapa de acero galvanizado de pared simple helicoidal, sistema Safe "SIBER", para unión con tornillos o remaches, de 250 mm de diámetro y 0,6 mm de espesor, suministrado en tramos de 3 m, para instalaciones de ventilación y climatización. Incluso accesorios de montaje y elementos de fijación. Totalmente montado, conexionado y probado por la empresa instaladora mediante las correspondientes pruebas de servicio (incluidas en este precio). Incluye: Replanteo del recorrido de los conductos. Marcado y posterior anclaje de los soportes de los conductos. Montaje y fijación de conductos. Realización de pruebas de servicio. Criterio de medición de proyecto: Longitud proyectada, según documentación gráfica de Proyecto, medida entre los ejes de los elementos o de los puntos a conectar, descontando las piezas especiales. Criterio de medición de obra: Se medirá la longitud realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto

25.00	32.51	812.75
-------	-------	--------

1.8 Ud. Suministro y montaje de termostato de zona modelo Tacto Cable Z6 Superficie blanco "AIRZONE".

Suministro y montaje de termostato de zona modelo Tacto Cable Z6 Superficie blanco "AIRZONE", comunicación por cable, con pantalla táctil LCD monocroma retro iluminada para control de la temperatura de zona mediante sonda NTC-48K, alimentación mediante bus de expansión del sistema, montaje en superficie, color blanco, con las siguientes funcionalidades: ON/OFF de zona, establecimiento de temperatura de consigna en pasos de 0,5°C/1°F, establecimiento del modo (paro, ventilación, frío y calor), modo ECO-Sleep, programaciones horarias de las temperaturas de zona y de modo, acceso remoto a otras zonas del sistema y comunicación bidireccional entre los termostatos y la central del sistema. Incluso accesorios de montaje y elementos de fijación. Totalmente montado, conexionado y probado. Incluye: Colocación, fijación y conexionado. Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.

1.00	95.95	95.95
------	-------	-------

1.9 Ud. Suministro e instalación de ventilador centrífugo.

Suministro e instalación de ventilador centrífugo, con rodete de alabes hacia delante de acero galvanizado, motor de rotor externo para alimentación monofásica a 230 V y 50 Hz de frecuencia, con protección térmica, aislamiento clase B, protección IP 44, carcasa de acero laminado con tratamiento anticorrosión por cataforesis, acabado con pintura poliéster, caja de bornes y condensador, modelo CBM/4-180/092-160 W "S&P", de 1380 r.p.m., potencia absorbida 160 W, caudal máximo 1100 m³/h, nivel de presión sonora 59,5 dBA. Incluso accesorios y elementos de fijación. Totalmente montado, conexionado y probado. Incluye: Replanteo. Colocación y fijación del ventilador. Conexionado con la red eléctrica. Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.

1.00	477.56	477.56
------	--------	--------

RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
Pozo Canadiense								

1.10 Ud. Suministro y montaje de compuerta circular de sobrepresión, con función bypass, para un caudal de 1000 m³/h, cuerpo de chapa de acero galvanizado.

Suministro y montaje de compuerta circular de sobrepresión, con función bypass, para un caudal de 1000 m³/h, cuerpo de chapa de acero galvanizado, de 254 mm de diámetro, modelo BYCI "AIRZONE", con aislamiento térmico de espuma de caucho, mariposa de acero galvanizado, varilla roscada de acero y contrapeso de acero zincado. Incluso accesorios de montaje y elementos de fijación. Totalmente montada, conexiónada y probada. Incluye: Colocación y fijación. Conexiónado. Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.

1.00	50.80	50.80
------	-------	-------

1.11 Ud. Suministro y montaje de rejilla de impulsión de aluminio extruido.

Suministro y montaje de rejilla de impulsión de aluminio extruido, con doble deflexión con lamas móviles horizontales delanteras y verticales traseras, compuerta de regulación de caudal accionable manualmente mediante tornillo, de 400x100 mm, gama Air Q, modelo RTHV "AIRZONE", anodizado color plata, fijación con tornillos, montada en falso techo. Incluso accesorios de montaje y elementos de fijación. Totalmente montada. Incluye: Replanteo. Montaje y fijación de la rejilla. Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.

7.00	35.47	248.29
------	-------	--------

1.12 Ud. Filtro de grado HEPA.

Filtro de grado HEPA. Clase según EN 1822 H14. Filtro construido de fibra de vidrio ignífuga e hidrófuga en sistema minipleat con ancho de paquete constante en forma plana, enmarcado en marco de aluminio extrusionado anodizado y reforzado con mallas de protección pintadas epoxi en ambos lados del filtro. Sellador en material termoplástico. Junta de elastómero continua. Incremento de pérdida de carga máximo recomendable 400 Pa. Temperatura máxima 80°C. Humedad hasta 100% HR.

1.00	52.12	52.12
------	-------	-------

TOTAL Capítulo Pozo Canadiense.....	9691.27
--	----------------

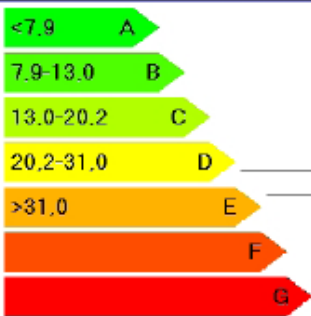
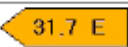
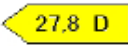
(Toda la documentación aportada en este capítulo de presupuestos del Pozo Canadiense esta recapitulada en Cype Ingenieros)



Certificación energética:

❖ Análisis vivienda convencional:

➤ Certificado energético:

Certificación Energética de Edificios Indicador kgCO ₂ /m ²	Edificio Objeto			Edificio Referencia		
						
	Clase	kWh/m ²	kWh/año	Clase	kWh/m ²	kWh/año
Demanda calefacción	E	67,1	6418,1	D	60,2	5758,1
Demanda refrigeración	C	10,1	966,1	C	10,0	956,5
	Clase	kgCO ₂ /m ²	kgCO ₂ /año	Clase	kgCO ₂ /m ²	kgCO ₂ /año
Emisiones CO ₂ calefacción	E	25,7	2458,2	D	19,3	1846,0
Emisiones CO ₂ refrigeración	D	3,9	373,0	D	3,8	363,5
Emisiones CO ₂ ACS	A	2,1	200,9	D	4,7	449,6
Emisiones CO ₂ totales			3032,1			2659,1

Datos para la etiqueta de eficiencia energética

	Edificio Objeto		Edificio Referencia	
	por metro cuadrado	anual	por metro cuadrado	anual
Consumo energía final (kWh)	105,8	10115,4	108,5	10376,2
Consumo energía primaria (kWh)	122,6	11729,0	122,3	11701,1
Emisiones CO ₂ (kgCO ₂)	31,7	3032,1	27,8	2659,1

(*) “DOCUMENTACIÓN ANEXO 1”: Certificación energética (Lider y Calener Vyp).

Apreciamos que la demanda tanto en calefacción como en refrigeración de la vivienda convencional es muy alta, dada su pequeña superficie útil y su buena orientación, registrando un consumo anual de 7384.20 kwh/año y con unas emisiones de CO₂ de 3032.10 KgCO₂/año.

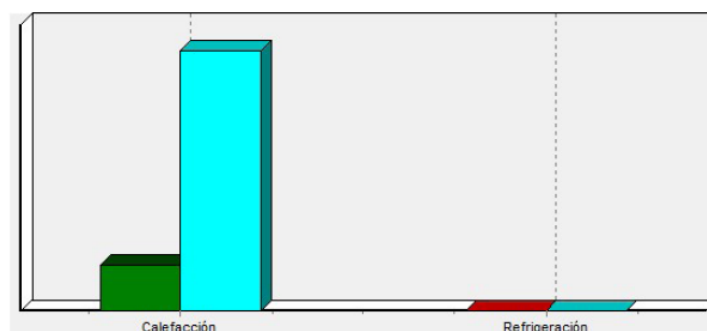
Por tanto la certificación de la vivienda convencional será: “E”

❖ Análisis vivienda Greb:

➤ Cumplimento con el CTE:

El edificio descrito en este informe CUMPLE con la reglamentación establecida por el código técnico de la edificación.

	Calefacción	Refrigeración
% de la demanda de Referencia	17,4	0,0
Proporción relativa calefacción refrigeración	100,0	0,0



“DOCUMENTACIÓN”: Normativa de la certificación energética.

(*) “DOCUMENTACIÓN ANEXO 1”: Certificación energética (Lider y Calener Vyp).

➤ Certificado energético:

Certificación Energética de Edificios Indicador kgCO ₂ /m ²	Edificio Objeto			Edificio Referencia		
<div> <div><7,9 A</div> <div>7,9-13,0 B</div> <div>13,0-20,2 C</div> <div>20,2-31,0 D</div> <div>>31,0 E</div> <div>F</div> <div>G</div> </div>	8,0 B			37,1 E		
	Clase	kWh/m ²	kWh/año	Clase	kWh/m ²	kWh/año
Demanda calefacción	B	15,9	1676,3	E	91,6	9657,4
Demanda refrigeración	A	0,0	0,0	C	8,2	864,5
	Clase	kgCO ₂ /m ²	kgCO ₂ /año	Clase	kgCO ₂ /m ²	kgCO ₂ /año
Emisiones CO ₂ calefacción	B	6,1	643,1	E	29,3	3089,1
Emisiones CO ₂ refrigeración	A	0,0	0,0	D	3,1	326,8
Emisiones CO ₂ ACS	A	1,9	200,3	D	4,7	495,5
Emisiones CO ₂ totales			843,4			3911,4

Datos para la etiqueta de eficiencia energética

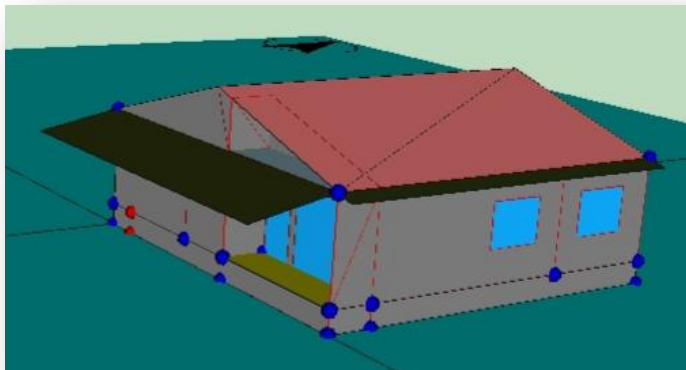
	Edificio Objeto		Edificio Referencia	
	por metro cuadrado	anual	por metro cuadrado	anual
Consumo energía final (kWh)	30,8	3242,9	149,4	15753,5
Consumo energía primaria (kWh)	32,6	3436,2	165,1	17406,0
Emisiones CO ₂ (kgCO ₂)	8,0	843,4	37,1	3911,4

(*) “DOCUMENTACIÓN ANEXO 1”: Certificación energética (Lider y Calener Vyp).

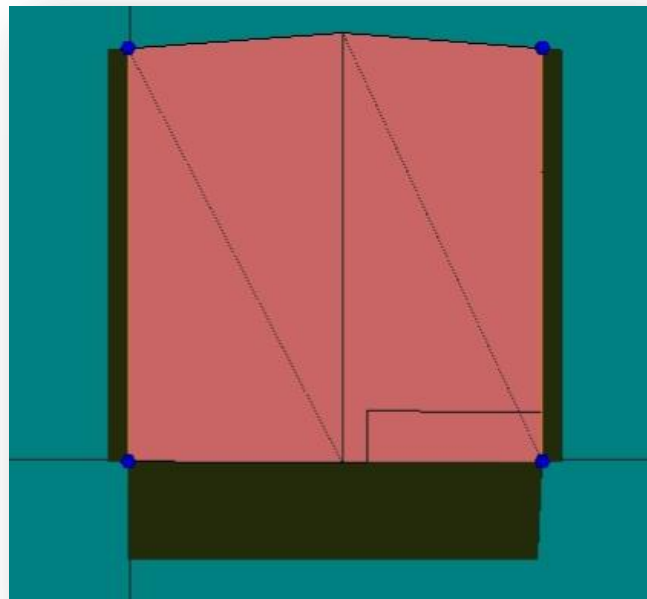
Sin embargo para la vivienda Greb, la demanda en calefacción es de 1676.3 Kwh/año y en refrigeración nula, un registro al alza espectacular, ya que conseguimos subir la certificación a la categoría “B” y en referencia a las emisiones de CO₂, consigue rebajarlas a 843.40 KgCO₂/año.

Por tanto la certificación de la vivienda convencional será: “B”

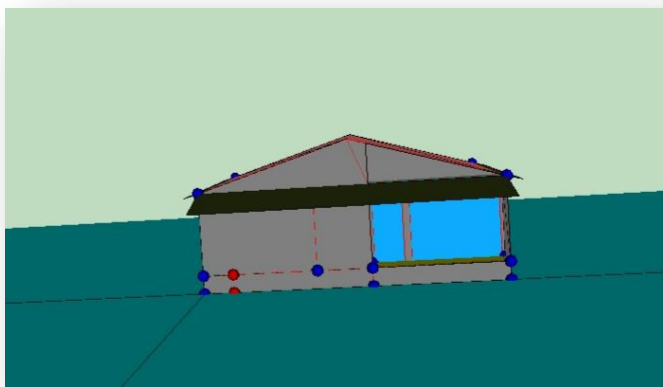
➤ Documentación gráfica:



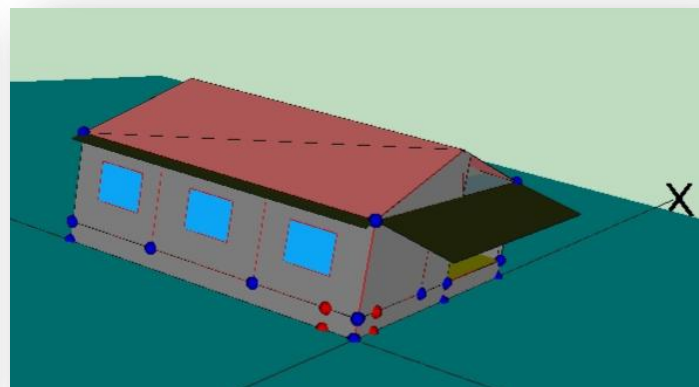
(Vivienda Greb)



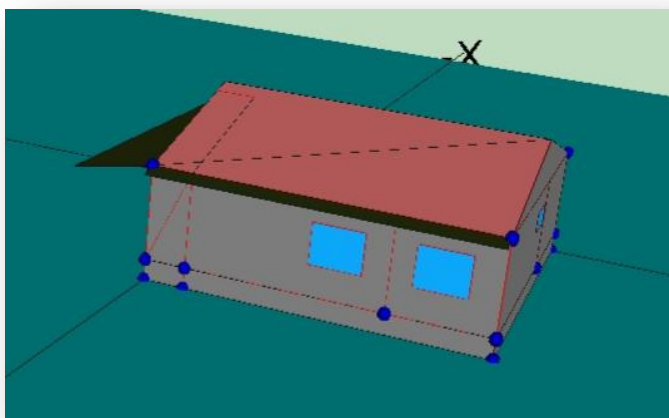
(Planta)



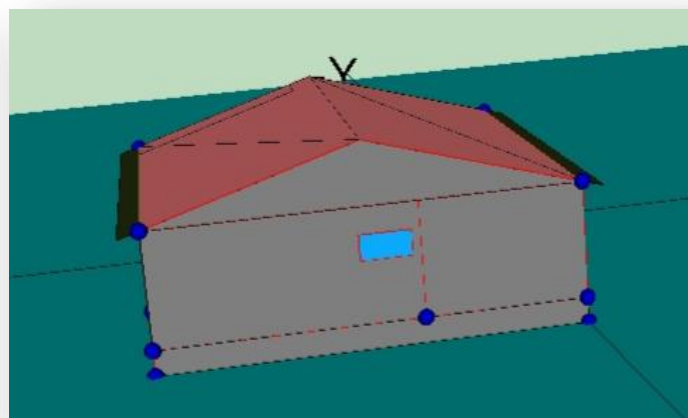
(Alzado frontal)



(Alzado izquierdo)



(Alzado derecho)



(Alzado posterior)

(Fuente: LIDER-CALENER VIP)

❖ Estudio de reducción de CO2:

En referencia con la ideología del nuevo Plan de acción: “El Pacto de los alcaldes” de rebajar las emisiones de CO2 de las viviendas, observamos con anterioridad:

Tipo de vivienda	Emisiones de CO2
Vivienda convencional	3032.10 KgCO2/año.
Vivienda Greb	843.40 KgCO2/año.

“Por ello este tipo de edificación entra dentro del nuevo plan de acción rebajando hasta un 72% las emisiones de CO2”.

“Objetivo principal cumplido”



Conclusión:

❖ Valoración del ejercicio estudiado:

Premisas	Valoración
Utilizar un mortero diferente	Cumple
La paja como mejor aislante térmico que 12 m de hormigón.	Cumple
Aproximación a los 20°C de temperatura de confort en el interior de la vivienda.	Cumple
PEM oscila entre los 200 €/m ² .	No cumple
Disminución de las emisiones de CO ₂ "20%"	Cumple

1. La innovación de utilizar un mortero diferente cuyas características son tan importantes como la transpirabilidad y por su perfecta estructura permeable al vapor y no al agua, para garantizar el comportamiento de la paja como aislante.

"Premisa cumplida"

2. La demostración de la resistencia térmica de la paja en comparación a los 12 m de hormigón como aislante.

R.t= e/λ.

La paja	0.42/0.045	9.333 m ² K/w.
El hormigón	0.42/1.2	0.35 m ² K/w.

Por lo tanto para calcular el espesor necesario que debería tener el hormigón para igualar a la paja en sus propiedades aislantes:

$$9.33 = x/1.2 \text{-----} x = \underline{\underline{11.16 \text{ m.}}}$$

"Premisa cumplida"

3. El estudio realizado de la aportación del pozo Canadiense a la vivienda Greb, como aproximación a los 20º de confort.

"Premisa cumplida"

4. El presupuesto de ejecución material se dispara en función de las calidades de la vivienda, como se demuestra en apartados anteriores y lógicamente no oscila alrededor de los 200 €/m2.

"Premisa no cumplida"

"No obstante, se intenta amortizar económicamente con estudios geotérmicos para el ahorro del consumo energético".

5. Reducción de un 20% de descuento las emisiones de CO2 como Plan de acción 2012-2020.

"No solo lo consigue, si no que logra alcanzar la reducción de emisiones de CO2 hasta un 72%".

"Premisa cumplida"

Demostraciones a posteriori:

Como aportación a futuros estudios, sería interesante poder demostrar:

- ***Flujo térmico a través del pozo Canadiense.***
- ***Demostración de la demanda energética con intercambiador, utilizando la geotermia.***
- ***Cálculo de la certificación introduciendo el pozo Canadiense en Lider y Calener, ya que hasta el momento solo podemos deducirlo introduciendo un intercambiador de entalpia, pero sin reducir la demanda energética de la vivienda.***

❖ Conclusión:

Para finalizar este estudio, he de hacer especial hincapié en lo importante que es realmente concienciar a las personas, de lo que es una vivienda de energía casi nula en sí.

Los edificios autosuficientes energéticamente, son construcciones que reducen de forma notable el consumo al aprovechar fuentes renovables y emplear poca energía en su proceso de construcción y obtención de materiales. Además, contribuyen a la reducción de gases contaminantes, que en el año 2020, pretenden reducirse en un 20% con respecto a los emitidos en 1990.

La importancia de los edificios de energía casi nula cada vez es mayor. El pasado mes de mayo se celebró en Madrid el Primer Congreso EECN donde más de 450 congresistas reflexionaron sobre los métodos y medidas a desarrollar para conseguir edificios de alto rendimiento energético tanto en los de nueva construcción como en los ya existentes, en base al cumplimiento de la Directiva 2010/31/UE de 18 de mayo de 2010, que establece entre otros puntos:

- La necesidad de instaurar **acciones concretas en edificios** que aún no ahorran energía.
- Tener en cuenta las **condiciones climáticas** del entorno del edificio para aprovechar el mismo de forma eficiente y sostenible.
- Alcanzar un equilibrio entre las **inversiones realizadas y los costes ahorrados** a lo largo del ciclo de vida del edificio.
- Utilizar **instrumentos de ensayo y cálculo** desarrollados con arreglo a las medidas de aplicación de la Directiva.
- Desarrollar un método comparativo para **calcular niveles óptimos de rentabilidad** con respecto a los requisitos mínimos de eficiencia energética establecidos.

Estas viviendas autosuficientes predominan en Copenhague, de hecho ha recibido recientemente el galardón a la capital verde europea 2014. Una ciudad modelo que aspira a convertirse en la primera ciudad inteligente sin emisiones de CO₂ en 2025 al almacenar energía producida por turbinas eólicas que es consumida con posterioridad.

Otros países como Alemania y Austria apuestan por edificios de bajo consumo en Europa aplicando en sus edificios el estándar Passivhaus (casa pasiva), surgida de los profesores BO Adamson y Wolfgang Feisten 1988.

Todos estos ejemplos, denotan que los edificios verdes cuentan con un futuro prometedor en el sector, no solo por las normativas que se van estableciendo paulatinamente, sino también por las personas, que cada vez otorgan más valor a un bien tanpreciado como la energía.

“Concienciarnos con este tipo de edificación es el futuro”

❖ **Enlaces de interés:**

➤ **Introducción:**

- Ministerio de Ciencia y Tecnología: www.mcyt.es
- IDEA (Instituto para la diversificación y ahorro de energía): www.idae.es
- AIE (Agencia estatal de la energía): www.aie.es
- Inventario de gases invernadero : www.sosclima.org
- Asociación Arquitectura-y-paja: www.arquitectura-y-paja.org

➤ **Ejecución y técnica constructiva Greb:**

- Asociación Arquitectura-y-paja: www.arquitectura-y-paja.org
- información de Humberto Álvarez Noves: www.infomadera.net

➤ **Estudio de la actividad aislante y confort ambiental:**

- NBE-CT79: <http://www.codigotecnico.org>
- Agencia Estatal de meteorología: www.aemet.es
- Agencia de gestión de la energía de la Región de Murcia: www.argem.es
- Transmisión del calor: <http://es.scribd.com/doc/43515373/Diseno-y-calculos-aislamiento-AISLAM-GT3-07-IDAE#page=27>
- Ecoeficiencia en la arquitectura: www.ecorresponsabilidad.es

➤ **Estudio comparativo presupuestario de una vivienda convencional con respecto a una vivienda Greb:**

- Generador de precios de la Región de Murcia: www.cype.es

➤ **Viabilidad del pozo Canadiense:**

- Generador de precios de la Región de Murcia: www.cype.es
- Compañía Iberdrola: www.iberdrola.es
- INE (Instituto Nacional de Estadística): www.INE.es

➤ **Certificación energética:**

➤ **Conclusión:**

- España. Ministerio de la Presidencia (2010):
<http://www.boe.es/buscar/doc.php?id=DOUE-L-2010-81077>
- Galardón a la ciudad verde 2014:
<http://www.eitb.com/es/noticias/sociedad/detalle/915921/capital-verde--copenhague-elegida-capital-verde-europea-2014/>

❖ Referencias:

➤ **Introducción:**

- Plan de acción sobre Eficiencia Energética.
- Plan de Acción 2008-2012. Sector de Edificación. Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE).
- CTE Código Técnico de la Edificación. Ministerio de Fomento.
- L Science et la vie-nº 56-1921

➤ **Ejecución y técnica constructiva Greb:**

- 1º Edición Arquitectura-y-paja: Edificar con madera, paja y cal.

➤ **Estudio de la actividad aislante y confort ambiental:**

- Aportación de la Norma Básica de la edificación NBE-CT79

➤ **Estudio comparativo presupuestario de una vivienda convencional con respecto a una vivienda Greb:**

- Presupuestario viviendas Greb.
- Documentación gráfica aportada por el proyectista.

➤ **Viabilidad del pozo Canadiense:**

- Tipo de interés y mercado financiero del boletín económico oficial del estado 02/2012.
- Manual de usuario aplicación informática: LIDER.
- Manual de usuario aplicación informática: CALENER VIP.

➤ **Certificación energética:**

- Manual de usuario aplicación informática: LIDER.
- Manual de usuario aplicación informática: CALENER VIP

➤ **Conclusión:**

- España. Ministerio de la Presidencia (2010). Directiva 2010/31/UE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 19 de mayo de 2010, relativa a la eficiencia energética de los edificios.

❖ Bibliografía:

- **2º Plan de Acción nacional de eficiencia energética en España 2011-2020.** Sector de Edificación. Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE).
- **Plan de ahorro, eficiencia energética y reducción de emisiones en el transporte y la vivienda.** MINISTERIO DE FOMENTO, 1 de abril de 2011.
- **Inventario de gases de efecto invernadero de España.** Edición 2010 (Serie 1990-2008). Madrid, abril de 2010.
- CTE Código Técnico de la Edificación. Ministerio de Fomento:
 - **DB_HE. Ahorra de energía,** Abril 2009.
 - **DB_HS. Salubridad.** Texto modificado por RD 1371/2007, de 19 de octubre (BOE 23/10/2007) y corrección de errores (BOE 25/01/2008),
- Revista Francesa: **L Science et la vie** edición: nº 56, publicado en 1921.
- 1ª Edición **Arquitectura-y-paja:** “Edificar con madera, paja y cal”, editado en 2011 por Julio Tamata y traducido por Ana Saiz.
- **Ecoeficiencia en la arquitectura** “Análisis de casos prácticos de ecoeficiencia en el diseño de la edificación y rehabilitación de inmuebles”, realizado en Murcia octubre de 2010, autores Patricia Reus y Jaume Blancafort.
- Proyecto de real decreto por el que se aprueba el procedimiento básico para la **certificación de la eficiencia energética de los edificios.** Ministerio de industria, energía y turismo, establecidas en la Directiva 2002/91/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 16 de diciembre de 2002, se traspuso en el real decreto 47/2007, de 19 de enero, mediante el que se aprobó un procedimiento básico para la certificación de eficiencia energética en los edificios.
- **Intercambiadores tierra-aire en la climatización de construcciones,** editado por Joan Escuer: “Geólogo consultor”.
- Norma Básica de la edificación “**NBE-CT79**” sobre Condiciones Térmicas de los Edificios. REAL DECRETO 2429/197, de 6-JULIO, de la Presidencia del Gobierno B.O.E.: 22-OCT-79.
- 1ª Edición; **cálculo de presupuesto Greb,** editado en 2011 por Julio Tamata.
- **Documentación gráfica** aportada por el proyectista, planos de vivienda unifamiliar situada en Pol.5-Par.56. BLANCA (MURCIA), realizada en JULIO 2011.
- **Tipo de interés y mercado financiero** del boletín económico oficial del estado 02/2012.

- Manual de usuario aplicación informática: **LIDER V1.0**
- Manual de usuario aplicación informática: **CALENER VIP**, Guía básica de utilización del programa Calener-Vip.
- **Ministerio de la Presidencia** (2010). *Directiva 2010/31/UE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 19 de mayo de 2010, relativa a la eficiencia energética de los edificios.*



Agradecimientos a:

- Patricia Reus: Directora del proyecto.
- Julio Tamata: Presidente de la Asociación: Arquitectura-y-Paja.
- Raúl Jiménez: Profesor nacional del programa CE3 de APPLUS.
- Joaquín López: Profesor de Instalaciones en la edificación, en el área de Titulación de Ingeniería de Edificación de la Escuela Politécnica Superior de la Universidad de Alicante.